



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa  
Brasil

Hernández, William; Xavier, Aloisio; Nogueira de Paiva, Haroldo; Wendling, Ivar  
Propagação vegetativa do pau-jacaré (*piptadenia gonoacantha* (MART.) MACBR.) por estaquia  
Revista Árvore, vol. 36, núm. 5, septiembre-octubre, 2012, pp. 813-823  
Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48824773003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha* (MART.) MACBR.) POR ESTAQUIA<sup>1</sup>

William Hernández<sup>2</sup>, Aloisio Xavier<sup>3</sup>, Haroldo Nogueira de Paiva<sup>3</sup> e Ivar Wendling<sup>4</sup>

**RESUMO** – O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia para a propagação vegetativa do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) por meio da técnica de estaquia, avaliando-se a sobrevivência e capacidade produtiva das cepas em coletas sucessivas de estacas em jardim clonal e a sobrevivência, enraizamento, altura, vigor e biomassa radicular e foliar das estacas, em função da aplicação de diferentes dosagens (0, 2.000 e 6.000 mg L<sup>-1</sup>) do regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB), do tipo de substrato (vermiculita e composto orgânico Mecplant®) e da posição das estacas (apical, intermediária e basal). Os melhores resultados foram evidenciados com as estacas apicais, utilizando o composto orgânico como substrato; no entanto, nas intermediárias e basais, a aplicação de AIB, na concentração de 6.000 mg L<sup>-1</sup>, foi a que mostrou valores médios mais elevados nas características avaliadas, em casa de vegetação, casa de sombra e pleno sol. A sobrevivência das cepas foi de 100%, tendo a produção de brotações com tendência crescente nas sucessivas coletas. Conclui-se que a propagação vegetativa do pau-jacaré, pela técnica de estaquia com propágulos oriundos de mudas produzidas por sementes, foi tecnicamente viável, principalmente quando se utilizaram estacas apicais ou intermediárias e basais, aplicando 6.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB e composto orgânico como substrato.

Palavras-chave: Enraizamento, Propagação de plantas e Clonagem.

## VEGETATIVE PROPAGATION OF PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha* (MART.) MACBR.) FOR CUTTING

**ABSTRACT** – The present work had a main objective to develop a methodology for the propagation of the pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) by the technique of cuttings, evaluating the survival and productive capacity of the strains in cuttings successive collections in the clonal garden and the survival, rooting, height, vigor and root biomass and leaf cuttings depending on the application of different dosages of growth regulator (IBA), the type of substrate (vermiculite and compost organic Mecplant®) and of the position of the cuttings (apical, intermediate and basal). The best results showed with the apical cuttings, using the compost organic as substrate, in the case of the intermediaries and bases the application of AIB in the concentration of 6.000 mg L<sup>-1</sup> was what showed higher mean values in the characteristics evaluated greenhouse, house of shade and full sun. The survival of strains was 100% with production of shoots with a growing trend in successive collections. It is concluded that the vegetative propagation of the pau-jacaré by cutting technique using propagating material from cuttings coming from seedlings is technically feasible, especially using apical cuttings, or, intermediates and basal cuttings applying 6.000 mg L<sup>-1</sup> of IBA and using compost organic as substrate.

Keywords: Rooting, Propagation of plants and Cloning.

<sup>1</sup> Recebido em 19.05.2011 aceito para publicação em 04.06.2012.

<sup>2</sup> Instituto de Pesquisas e Serviços Florestais (INISEFOR) da Universidade Nacional da Costa Rica. E-mail: <william.hernandez.castro@una.cr>.

<sup>3</sup> Universidad Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <xavier@ufv.br>.

<sup>4</sup> Universidad Federal de Viçosa, UFV, Brasil. E-mail: <hnpaiva@ufv.br>.

<sup>5</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. E-mail: <ivar@cnpf.embrapa.br>.

## 1. INTRODUÇÃO

A *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr., conhecida comumente como pau-jacaré, caracteriza-se por ser uma espécie pioneira de rápido crescimento, a qual tem sido indispensável nos reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas e de preservação permanente. Naturalmente é localizada nos Estados do Rio de Janeiro, de Minas Gerais e do Mato Grosso do Sul, estendendo-se até Santa Catarina, principalmente na floresta pluvial da encosta atlântica. É uma árvore levemente espinhenta, que atinge de 10-20 m de altura, com tronco de até 30-40 cm de diâmetro. A madeira serrada presta-se para acabamentos internos, armação de móveis, miolo de portas, painéis, confecção de brinquedos e embalagens. É uma das melhores madeiras para lenha e carvão. O pau-jacaré tem crescimento considerado rápido, atingindo até 25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>, aos 8 anos de idade, com estimativa de rotação de seis a oito anos para lenha e carvão e de 15 anos para madeira serrada (CARVALHO, 2004).

A crescente demanda por produtos florestais tem aumentado a pressão sobre os remanescentes de vegetação nativa, a qual tem induzido nova postura preservacionista, em relação às florestas nativas. Nos programas de reflorestamento com espécies nativas, além dos problemas de fornecimento de sementes com qualidade e em quantidade suficientes para suprir a demanda, as técnicas de produção das mudas ainda continuam sendo entraves para o sucesso desses projetos.

A pressão dos consumidores de produtos de madeiras de espécies nativas tem levado à necessidade de desenvolver programas de melhoramento genético, associados às técnicas de propagação vegetativa, visando produzir genótipos melhorados que garantam o estabelecimento de plantios comerciais com material geneticamente superior, assim como para conservação genética. Naturalmente, o pau-jacaré é propagado via sexuada; no entanto, as sementes dessa espécie apresentaram comportamento recalcitrante, em relação ao armazenamento, mantendo viabilidade por até seis meses em ambiente natural (CARVALHO, 2004).

A possibilidade de utilização de espécies nativas em maior escala para diversos fins, entre elas o pau-jacaré, depende da disponibilidade de sementes e do conhecimento dos métodos de produção de mudas. De maneira geral, há carência de estudos relacionados

com a propagação vegetativa de pau-jacaré. Entretanto, essa técnica de produção de mudas é fundamental para o sucesso de programas de silvicultura clonal, por causa da dificuldade de obtenção de sementes, da baixa produção e qualidade dessas e da alta variabilidade na germinação.

Alguns estudos com espécies nativas, utilizando a técnica da estaquia ou miniestaquia, têm sido desenvolvidos visando ao estabelecimento de protocolos de propagação vegetativa para a produção dessas espécies, como jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*) e pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum*) (GATTI, 2002); cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) (XAVIER et al., 2003); *Erythrina falcata* (WENDLING et al., 2005); guanandi (*Calophyllum brasiliensis*) (SILVA et al., 2010); *Platanus acerifolia* (VLACHOV, 1988); *Psidium cattleianum* (NACHTIGAL; FACHINELLO, 1995); *Ilex paraguariensis* (WENDLING; SOUZA JUNIOR, 2003); e pau-d'arco (*Tabebuia serratifolia*) (BRANDÃO; SAMPAIO, 2003). De modo geral, os estudos têm-se concentrado em material juvenil, na definição da concentração de reguladores de crescimento, do tipo de substrato e da época do ano, além da avaliação da potencialidade da miniestaquia (XAVIER et al., 2009).

Assim, este trabalho foi realizado com o objetivo de desenvolver uma metodologia para a propagação vegetativa do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), por meio da técnica de estaquia, avaliando-se a sobrevivência e capacidade produtiva das cepas em coletas sucessivas de estacas em jardim clonal e a sobrevivência, enraizamento, altura, vigor e biomassa radicular e foliar das estacas, em razão da aplicação de diferentes dosagens (0, 2.000 e 6.000 mg L<sup>-1</sup>) do regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB), do tipo de substrato (vermiculita e composto orgânico (Mecplant®) e do tipo de estaca (apical, intermediária e basal).

## 2. MATERIALE MÉTODOS

Este estudo foi realizado no viveiro de pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, durante o ano de 2010. O Município de Viçosa localiza-se na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, a uma altitude de 652 m, situando-se nas coordenadas de 20°45' de latitude sul e 42°51' de longitude oeste. O clima é do tipo Cwb, segundo Köppen, classificado como

subtropical moderado úmido, com precipitação média anual de 1.341 mm e umidade relativa do ar em torno de 80%. A temperatura média anual é de 19 °C, sendo a média das máximas de 21,6 °C e a das mínimas, 14 °C (ROCHA; FIALHO, 2010).

### 2.1. Formação do jardim clonal

As mudas de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) utilizadas neste experimento foram obtidas a partir de sementes coletadas em árvores matrizes na região de Viçosa, MG. A seleção das matrizes e a coleta das sementes foram realizadas pela Sociedade de Investigação Florestal – SIF/UFV. Ao atingirem altura de 30 cm, aproximadamente três meses após a semeadura, essas mudas foram transplantadas em canteiros a pleno sol, numa densidade de nove mudas por metro quadrado para um total de 36 mudas por canteiro, as quais formaram o jardim clonal para posterior coleta de brotações e confecção das estacas. Foi realizada adubação de base, aplicando-se 50 g/planta do adubo N:P:K (8-28-16), colocado no fundo da cova. Posteriormente, as cepas foram adubadas a cada 60 dias com 100.g m<sup>2</sup> de sulfato de amônio, 50.g m<sup>2</sup> de superfosfato simples e 50 g m<sup>2</sup> de cloreto de potássio, bem como receberam duas irrigações diárias, com um volume aproximado de água de 1 L por muda, e foram submetidas a podas de manutenção e de coleta das estacas necessárias à experimentação. Quando as cepas atingiram altura em torno de 40 cm, elas foram conduzidas para obtenção de multibrotações, destinadas ao fornecimento de estacas para os experimentos de enraizamento.

A primeira coleta das estacas foi realizada após 30 dias da decepa, quando apresentavam tamanho suficiente, em razão dos diferentes tipos de estacas (apicais, intermediárias e basais) utilizados nos experimentos. Posteriormente, as épocas das coletas foram determinadas em razão da existência de brotações em tamanho e quantidade necessárias para a confecção de estacas. As avaliações realizadas constituíram-se do registro da quantidade de estacas/cepa/coleta, assim como da quantificação da sobrevivência das cepas.

### 2.2. Enraizamento de estacas

A partir das brotações das cepas, as estacas apicais foram preparadas com dimensões em torno de 15 cm e as intermediárias e basais com 12 cm, mantendo-se dois pares de folhas reduzidas à metade de seu tamanho original. Para manter as condições de vigor e turgescência

do material vegetativo, imediatamente após a coleta, as estacas foram acondicionadas em caixas de isopor com água, efetuando-se irrigação por meio de pulverizador manual, em intervalos inferiores a 10 min até a etapa de estaqueamento. O período compreendido entre a coleta das estacas, seu preparo e posterior estaqueamento foi sempre inferior a 15 min.

Para o enraizamento foram utilizados, como recipiente, tubete de plástico rígido cônico de 12 cm de comprimento e 55 cm<sup>3</sup> de capacidade e, como substrato, composto orgânico (MecPlant®), acrescentando superfosfato simples (8 kg/m<sup>3</sup>) e Osmocot® formulado 19-6-10, (3 kg/m<sup>3</sup>). As estacas foram transplantadas no substrato, com atenção à centralização, retidão, profundidade (2 cm) e firmeza.

Foram testados dois tipos de substratos (vermiculita e composto orgânico Mecplant®), utilizando-se quatro repetições com 12 mudas por parcela e tipo de estaca (apical e intermediária) com aplicação de 6.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB em ambos os tratamentos. Testaram-se, também, em outro experimento, implementado de forma paralela, três dosagens de ácido indolbutírico (AIB): 0, 2.000 e 6.000 mg L<sup>-1</sup>, via líquida, utilizando três tipos de estacas (apical, intermediária e basal). O AIB foi dissolvido em hidróxido de sódio (NaOH) e diluído em água destilada. A aplicação de AIB preparado foi submergindo à base da estaca durante 10 seg.

O processo de enraizamento das estacas foi realizado em casa de vegetação climatizada, monitorando as condições do ambiente, visando à obtenção de temperatura em torno de 28 °C e umidade relativa do ar acima de 80%. A luminosidade no interior da casa de vegetação foi reduzida em 50% de luz natural, pelo uso de sombrite externo na parte superior da estrutura. O controle de fungos patogênicos e de pragas foi feito por meio de métodos preventivos relacionados à limpeza da casa de vegetação e ao manejo do jardim clonal, assim como com aplicações periódicas com inseticida, alternando Evidence® (3g/L) e Orthene® (1g/L), a cada oito dias.

As estacas do experimento, com tipos de substrato, após o período de enraizamento, em casa de vegetação (aos 60 dias), foram aclimatadas por 15 dias, em casa de sombra, (sombrite de 50%), seguindo, posteriormente, para uma área de pleno sol, por mais 75 dias. No caso do experimento com dosagens de AIB, as estacas, após a saída da casa de vegetação (aos 90 dias), foram

aclimatadas por 20 dias em casa de sombra e por 60 dias em pleno sol. Nos dois experimentos (tipos de substrato e dosagem de AIB) foram realizadas avaliações de sobrevivência, enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete) e vigor das estacas. Em casa de sombra e pleno sol, foram executadas as avaliações referentes a sobrevivência, enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete), vigor, altura total das mudas e quantificação da biomassa do sistema radicular e parte aérea. As avaliações de vigor das estacas foram feitas de acordo com a presença ou ausência de brotações e seu comprimento, utilizando-se uma escala de notas em que: 1 = Ruim: estacas vivas sem crescimento de gemas axilares; 2 = Médio: estacas com brotações até 2 cm; e 3 = Bom: estacas com brotações superiores a 2 cm.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados (DBC) e as médias das observações, utilizadas para a realização das análises estatísticas (programa Estatística 7.0) e os ajustes das equações de regressão (programa CurveExpert 1.4).

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Produção e sobrevivências das cepas

Obtiveram-se 100% de sobrevivência das cepas durante o período da experimentação (fevereiro a dezembro de 2010), evidenciando a sustentabilidade do sistema de jardim clonal, além da eficiência dos tratamentos culturais aplicados. O número médio aumentou gradativamente nas sucessivas coletas, tendo 2, 3, 5 e 7 estacas/cepa/coleta, com uma produção por m<sup>2</sup> de 15, 22, 37 e 52, respectivamente.

#### 3.2. Sobrevivência, vigor e enraizamento das estacas em casa de vegetação

Em geral, os três tipos de estacas apresentaram 100% de sobrevivência, independentemente da aplicação de AIB e do tipo de estaca utilizado, indicando a boa adaptação dos propágulos vegetativos às condições ambientais na casa de vegetação.

Quanto ao enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete), os resultados indicaram que as estacas apicais atingiram porcentagem superior a 90%, independentemente do tratamento, sendo as sem AIB e com 2.000 mg L<sup>-1</sup> as que apresentaram valores de 100% de enraizamento. No caso das estacas intermediárias, a porcentagem máxima foi de 65% para

as sem AIB. Para as estacas basais, o comportamento foi ascendente com relação às dosagens de AIB, sendo o maior valor médio para o tratamento com 6.000 mg L<sup>-1</sup> (81%) e o mínimo para as sem AIB (18%) (Figura 1). De modo geral, os três tipos de estacas mostraram comportamento crescente em vigor pela aplicação de AIB, sendo as apicais as que apresentaram maior valor (Figura 1).

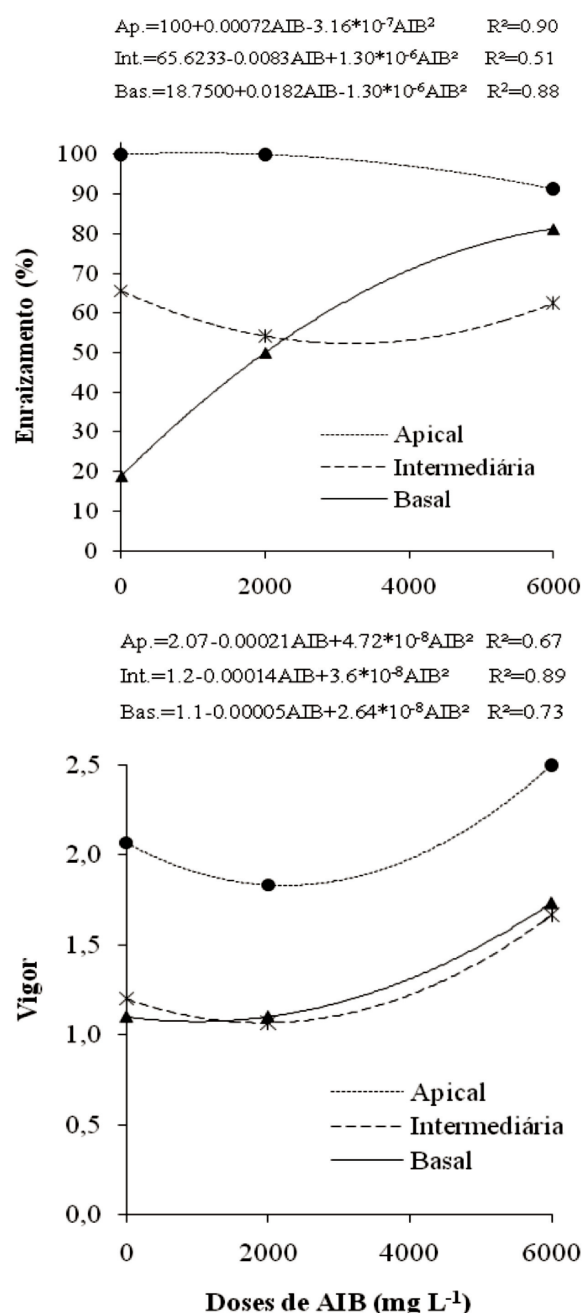
#### 3.3. Sobrevivência, vigor, enraizamento e altura das mudas em casa de sombra

Em casa de sombra, as estacas apicais mostraram 100% de sobrevivência em todos os tratamentos (Figura 2A), indicando a importância do vigor e juvenilidade fisiológica desse tipo de estaca no enraizamento adventício. Quanto às estacas intermediárias e basais, as menores porcentagens de sobrevivência apresentaram-se naquelas em que não se aplicou AIB, mostrando a importância desse regulador de crescimento, atingindo valores máximos (96%) com a dosagem de 6.000 mg L<sup>-1</sup>. Quanto ao enraizamento, o comportamento teve a mesma tendência que a sobrevivência, em que as estacas apicais apresentaram maiores porcentagens de enraizamento, seguidas das estacas intermediárias e basais (Figura 2B).

De acordo com os modelos das análises de regressão escolhidos para cada tipo de estaca, estima-se que as concentrações ótimas de AIB, para o enraizamento das estacas intermediárias (96%) e basais (97%), são de 5.300 mg L<sup>-1</sup> e 4.000 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. De maneira geral, em relação aos valores obtidos na saída de casa de vegetação, as porcentagens de enraizamento em casa de sombra aumentaram significativamente para as estacas intermediárias e basais em todos os tratamentos, sendo o mínimo de 41% para as estacas basais sem AIB e o máximo de 95,8% para as intermediárias na concentração de 6.000 mg L<sup>-1</sup>.

Em contraste à saída da casa de vegetação, os resultados, ao final do período em casa de sombra, mostraram acréscimo no enraizamento das estacas intermediárias e basais, com porcentagens de 95,8% e 83%, respectivamente, com a dosagem de 6.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB. Os resultados obtidos para altura e vigor, de modo geral, apresentaram o mesmo comportamento que a sobrevivência e o enraizamento, em que as estacas apicais apresentaram maiores valores, em relação às intermediárias e basais (Figuras 2CD).





**Figura 1** – Enraizamento e vigor das estacas de pau-jacaré em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e do tipo de estaca (apical, intermediária e basal), em casa de vegetação, aos 90 dias após o estaqueamento.

**Figure 1** – Rooting and vigor of the cuttings of pau-jacaré, in function of the application of indol-butyric acid (IBA) and type of cutting (apical stem, intermediate stem and basal stem) in greenhouse, measured 90 days after establishment.

### 3.4. Sobrevivência, vigor, enraizamento e altura das mudas em pleno sol

As mudas das estacas apicais apresentaram sobrevivência maior nos três tratamentos, em relação aos outros tipos de estacas, sendo as sem AIB as que mostraram 100% de sobrevivência; as intermediárias, com sobrevivência máxima de 91,7%, no tratamento com 6.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB; e as estacas basais, porcentagens de sobrevivência inferiores com 50% e 37,5% nos tratamentos sem AIB e com 2.000 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, atingindo máximo de 93,8%, no tratamento de 6.000 mg L<sup>-1</sup>, indicando o efeito de AIB nesses dois tipos de estacas (Figura 3A).

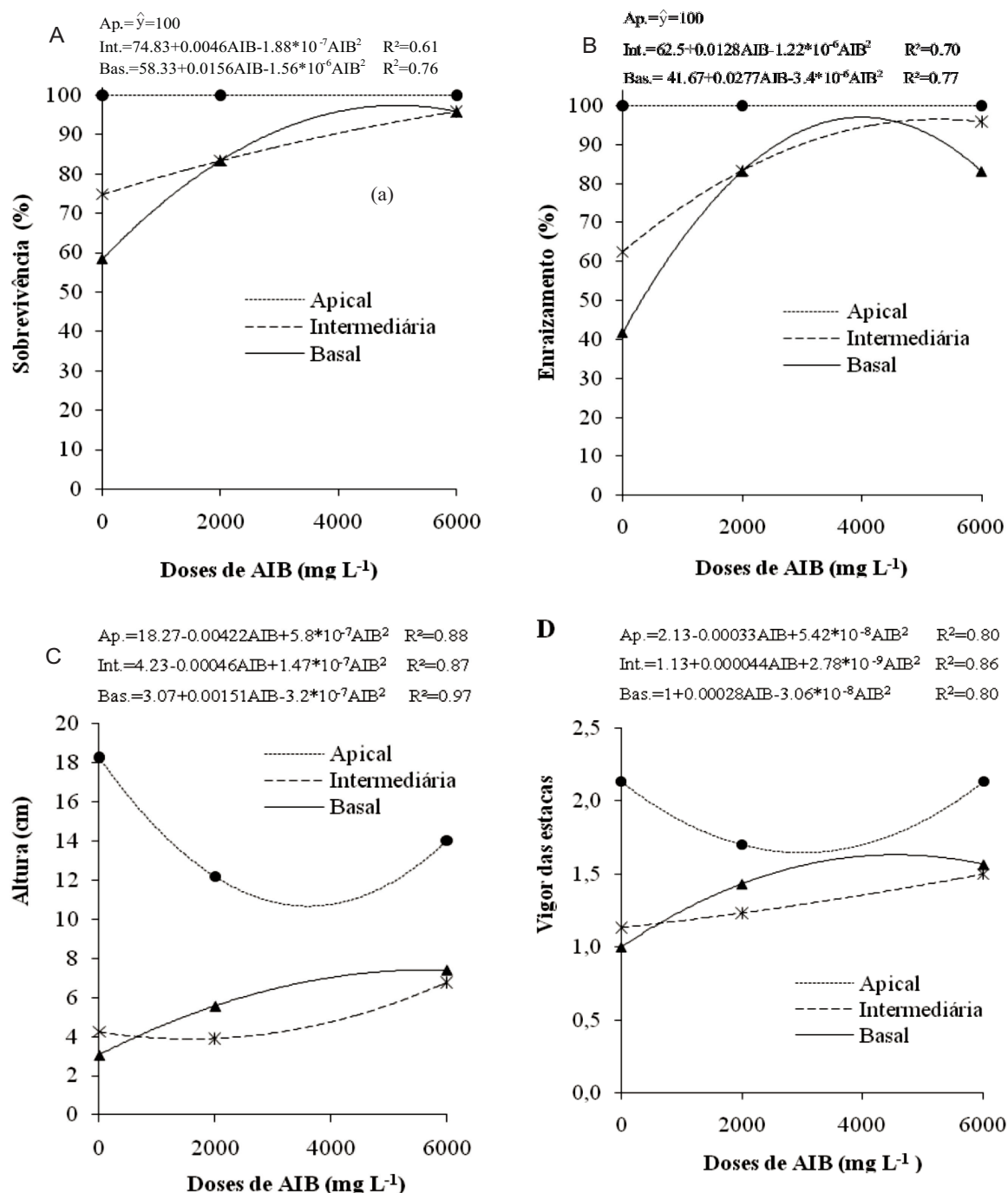
Quanto ao enraizamento, as estacas apicais mostraram maiores porcentagens nos três tratamentos, em relação às intermediárias e basais (Figura 3B). Os resultados indicaram que o maior enraizamento foi obtido no tratamento com 6.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, nos três tipos de estacas utilizados.

O efeito da aplicação do regulador de crescimento (AIB) sobre a altura, aos 170 dias após o estaqueamento, mostra que as mudas das estacas apicais mantiveram maior crescimento nos três tratamentos utilizados, mostrando a influência do tipo de estaca e das doses de AIB utilizadas (Figura 3C). No caso do vigor, o comportamento entre as estacas apicais e intermediárias foi semelhante, mostrando maiores valores médios nas estacas sem AIB e apresentando decréscimo, conforme o aumento da concentração de regulador de crescimento (Figura 3D).

Os resultados de biomassa seca da parte aérea e das raízes mostraram diferenças significativas, indicando maiores valores médios das estacas apicais sem AIB, enquanto as intermediárias e basais não apresentaram diferenças entre os tratamentos (Tabela 1).

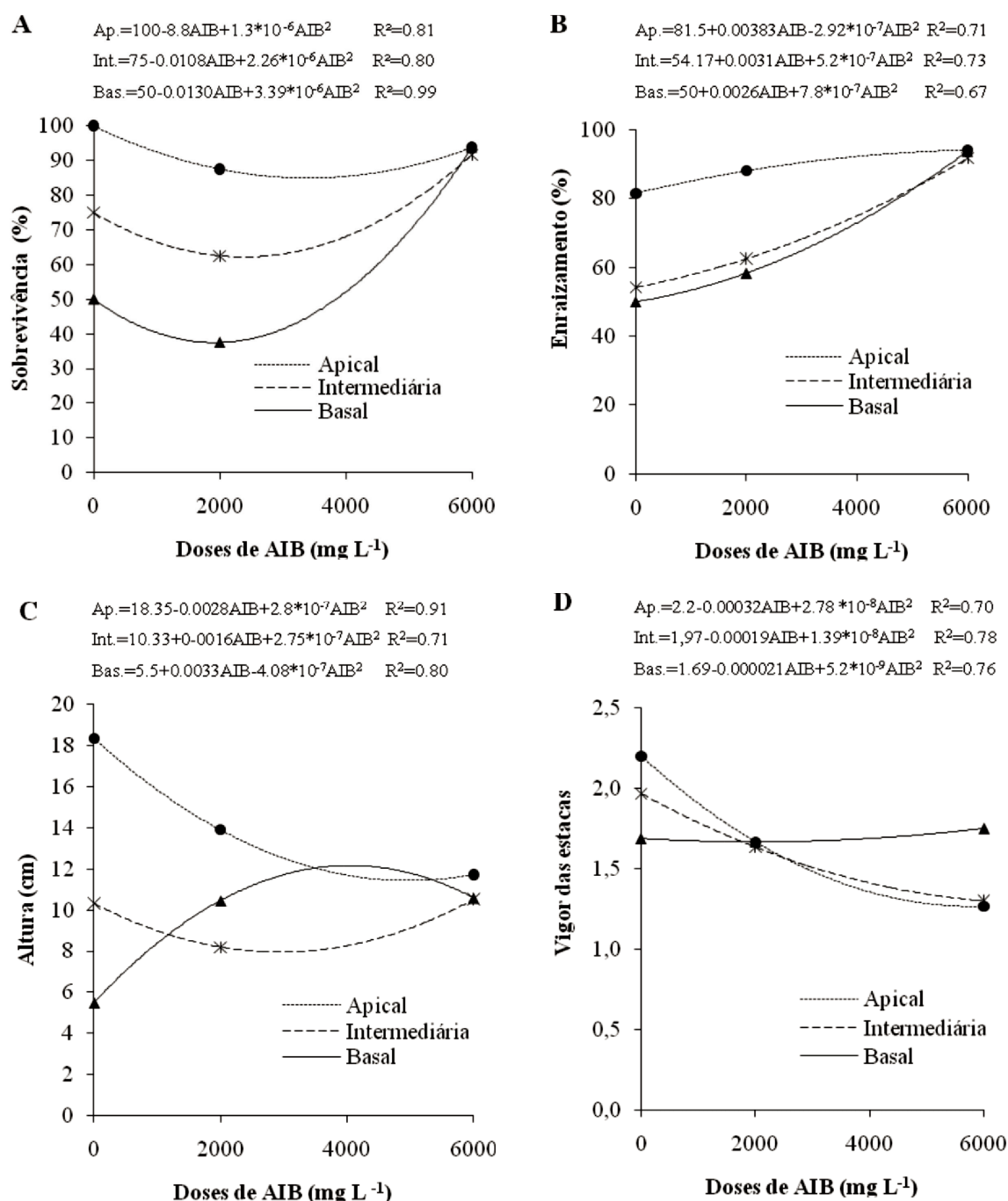
### 3.5. Efeito do substrato no enraizamento das estacas de pau-jacaré

A sobrevivência, o enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete) e o vigor em casa de vegetação não mostraram diferenças significativas entre a vermiculita e o composto orgânico, exceto para a porcentagem de enraizamento das estacas apicais, em que as estacas tendo vermiculita como substrato enraizaram-se 35,3%, em comparação com aquelas em composto orgânico com 75% de enraizamento



**Figura 2** – Sobrevivência (A), enraizamento (B), altura (C) e vigor (D) das mudas de pau-jacaré em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e do tipo de estaca (apical, intermediária e basal), em casa de sombra, aos 110 dias após o estaqueamento.

**Figure 2** – Survival (A), rooting (B), height (C) and vigor (D) of the plants of pau-jacaré, in function of the application of indol-butyric acid (IBA) and type of cutting (apical stem, intermediate stem and basal stem) in shade house, measured 110 days after establishment.



**Figura 3** – Sobrevivência (A), enraizamento (B), altura (C) e vigor (D) das mudas de pau-jacaré em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB) e do tipo de estaca (apical, intermediária e basal), em pleno sol, aos 170 dias após o estaqueamento.

**Figure 3** – Survival (A), rooting (B), height (C) and vigor (D) of the plants of pau-jacaré, in function of the application of indol-butyric acid (IBA) and type of cutting (apical stem, intermediate stem and basal stem) in full sun, measured 170 days after establishment.



**Tabela 1** – Valores médios de biomassa do sistema radicular e parte aérea das mudas de pau-jacaré em função dos tratamentos de AIB e de cada tipo de estaca, aos 170 dias após o estaqueamento.

**Table 1** – Mean values of the biomass of the rooting system and aerial part of the plants of pau-jacaré in function of the treatments of IBA and for each type of cutting, measured 90 days after establishment

Tipo de amostra	Tipo de estaca	Peso da matéria seca/planta (g)		
		AIB (mg L <sup>-1</sup> )		
		0	2.000	6.000
Parte aérea	Apical	0.65 <sup>aA</sup>	0.26 <sup>bA</sup>	0.18 <sup>bA</sup>
	Intermediária	0.42 <sup>aA</sup>	0.24 <sup>aA</sup>	0.31 <sup>aA</sup>
	Basal	0.18 <sup>aB</sup>	0.36 <sup>aA</sup>	0.24 <sup>aA</sup>
Sistema radicular	Apical	0.60 <sup>aA</sup>	0.23 <sup>bA</sup>	0.26 <sup>bA</sup>
	Intermediária	0.19 <sup>aB</sup>	0.11 <sup>aA</sup>	0.25 <sup>aA</sup>
	Basal	0.46 <sup>aAB</sup>	0.28 <sup>aA</sup>	0.15 <sup>aA</sup>

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Letras minúsculas na linha comparam médias entre tratamentos de AIB e letras maiúsculas na coluna comparam médias entre os tipos de estaca.

**Tabela 2** – Valores médios de sobrevivência (SOB), enraizamento (ENR), vigor, altura e peso de matéria seca do sistema radicular e parte aérea de estacas de pau-jacaré em função do tipo de estaca e do substrato utilizado, em casa de vegetação, casa de sombra e pleno sol.

**Table 2** – Mean values of survival (SOB), rooting (ENR), vigor, height and weight of dry matter of the rooting system and aerial part of cuttings of pau-jacaré in function of type of cutting and of the substrate used in greenhouse, shade house and full sun

Condição de avaliação	Tipo de estaca	Tratamento	SOB (%)	ENR	Vigor	Altura (cm)	Sistema radicular	Parte aérea
Casa de vegetação(60 dias)	Apical	Comp. Org.	89.6 <sup>aA</sup>	75.0 <sup>aA</sup>	2.2 <sup>aA</sup>			
		Vermiculita	83.3 <sup>aA</sup>	35.3 <sup>bA</sup>	2.0 <sup>aA</sup>			
	Intermediária	Comp. Org.	97.9 <sup>aA</sup>	41.6 <sup>aA</sup>	1.8 <sup>aA</sup>			
		Vermiculita	97.9 <sup>aA</sup>	27.0 <sup>aA</sup>	1.5 <sup>aA</sup>			
Casa de sombra (15 dias)	Apical	Comp. Org.	83.5 <sup>aA</sup>	83.5 <sup>aA</sup>	2.2 <sup>aA</sup>	12.0 <sup>aA</sup>		
		Vermiculita	56.2 <sup>bA</sup>	39.7 <sup>bA</sup>	1.7 <sup>bA</sup>	10.7 <sup>aA</sup>		
	Intermediária	Comp. Org.	96.0 <sup>aA</sup>	71.0 <sup>aA</sup>	1.9 <sup>aA</sup>	8.2 <sup>aB</sup>		
		Vermiculita	75.0 <sup>bA</sup>	27.0 <sup>bA</sup>	1.3 <sup>aB</sup>	5.7 <sup>aB</sup>		
Pleno sol (150 dias)	Apical	Comp. Org.	81.2 <sup>aA</sup>	81.2 <sup>aA</sup>	2.3 <sup>aA</sup>	13.8 <sup>aA</sup>	2.86 <sup>aA</sup>	3.30 <sup>aB</sup>
		Vermiculita	25.0 <sup>bA</sup>	20.8 <sup>bA</sup>	1.8 <sup>bA</sup>	7.4 <sup>bA</sup>	0.72 <sup>bA</sup>	0.40 <sup>bB</sup>
	Intermediária	Comp. Org.	93.7 <sup>aA</sup>	91.7 <sup>aA</sup>	2.2 <sup>aA</sup>	12.4 <sup>aB</sup>	2.51 <sup>aA</sup>	4.06 <sup>aA</sup>
		Vermiculita	35.4 <sup>bA</sup>	31.2 <sup>bA</sup>	1.6 <sup>bA</sup>	7.8 <sup>bA</sup>	0.86 <sup>bA</sup>	0.96 <sup>bA</sup>

Médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Letras minúsculas na coluna comparam médias dentro um mesmo tipo de estaca e entre tratamento e letras maiúsculas na coluna comparam médias entre os tipos de estaca dentro de um mesmo tratamento.

(Tabela 2). Em casa de sombra, observaram-se diferenças significativas para a porcentagem de sobrevivência e de enraizamento; o composto orgânico foi o substrato que fez que as estacas alcançassem maiores valores médios nas características avaliadas nos dois tipos de estacas. No caso da altura, diferenças significativas

foram observadas entre as estacas apicais e intermediárias, sendo as apicais as que mostraram maiores valores em altura (Tabela 2).

Quanto aos resultados em pleno sol, observaram-se diferenças significativas em todas as características avaliadas, com resultados superiores para o composto

orgânico em relação à vermiculita (Tabela 2). Nos resultados da matéria seca, foram apresentadas diferenças significativas entre os dois tipos de substratos dentro de um mesmo tipo de estaca, em que o composto orgânico foi o substrato no qual as mudas tiveram maior desenvolvimento no sistema radicular e na parte aérea, para as apicais e intermediárias.

#### 4. DISCUSSÃO

##### 4.1. Produção e sobrevivências das cepas

O aumento na produção das estacas/cepa pode ser explicado pela variação das condições ambientais, em consequência da época do ano, bem como pela estimulação das brotações das cepas ao efetuar as sucessivas coletas, além do intervalo entre as coletas. Em jardins clonais de *Eucalyptus*, o rendimento em estacas/cepa varia de clone para clone e com a época de ano, em que os rendimentos médios são de 25 estacas/cepa e com seis coletas por ano, totalizando 150 estacas/ano, com produção de 100 estacas/m<sup>2</sup>/ano (CARVALHO et al., 1991). No caso de pau-jacaré, a produção por m<sup>2</sup> variou de 15 estacas/m<sup>2</sup>, na primeira coleta, até 52 estacas/m<sup>2</sup>, na quarta, indicando o potencial do pau-jacaré quanto à regeneração das cepas, em razão das sucessivas coletas das estacas, permitindo a adoção da estaquia como alternativa potencial na propagação dessa espécie.

##### 3.2. Casa de vegetação

As diferenças no enraizamento em casa de vegetação devem-se mais ao tipo de estaca do que aos efeitos de AIB, sendo as apicais as que apresentaram maiores valores médios, seguidas das intermediárias e basais. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de que a síntese de auxinas indutoras do processo de enraizamento é produzida, principalmente, no ápice, proporcionando, em um primeiro momento, maior potencial de enraizamento (XAVIER et al., 2003; HARTMANN et al., 2002); as estacas intermediárias e basais apresentaram maior grau de lignificação e baixos níveis de auxina endógena (BASTOS, 2002). Segundo Hartmann et al. (2002), a lignificação das estacas pode também funcionar como barreira física para emissão de raízes, uma vez que o maior grau de lignificação está relacionado, negativamente, com o nível de auxina, visto que a peroxidase, enzima responsável pela síntese de lignina, degrada a auxina.

O vigor teve tendência semelhante ao enraizamento, o que pode ser explicado pelo fato de que as estacas que atingiram maior porcentagem de enraizamento normalmente tiveram maior crescimento, em contraste com aquelas que tiveram menor enraizamento. Quanto ao efeito das dosagens de AIB no vigor, a tendência no enraizamento das estacas intermediárias e basais foi semelhante.

##### 3.3. Casa de sombra

De acordo com os resultados, ocorre aumento no enraizamento com a maior doses de AIB (6.000 mg L<sup>-1</sup>), concordando com Galvão (2000), quando mencionou que o ácido indolbutírico (AIB) é o mais efetivo na iniciação radicular e tem sido o de maior uso na propagação vegetativa por estaquia em *Eucalyptus*, com melhores resultados em concentrações de 6.000 a 8.000 mg L<sup>-1</sup>. As estacas apicais tiveram 100% de enraizamento nos três tratamentos, no entanto as estacas basais apresentaram as menores porcentagens de enraizamento, possivelmente por serem estacas mais lignificadas, limitando o surgimento das raízes, o que indica que as estacas apicais apresentaram maior velocidade de enraizamento em relação às intermediárias e basais, como também maior potencial de enraizamento. Esses resultados indicaram correlação entre os dados, mantendo o comportamento concomitante entre as características avaliadas, situação que se mostra entre os três tipos de estacas utilizadas (apical, intermediária e basal).

##### 3.4. Pleno sol

Os resultados a pleno sol, aos 170 dias após o estaqueamento, mostraram diminuição da sobrevivência das plantas dos três tipos de estaca utilizados; porém, manteve-se o mesmo comportamento em relação aos resultados obtidos em casa de vegetação e de sombra. O regulador de crescimento alcançou maior sucesso nas estacas intermediárias e basais, mostrando-se a importância que tem o AIB para o enraizamento desse tipo de estacas na propagação de pau-jacaré. Estudos com espécies nativas, utilizando a estaquia como técnica de propagação vegetativa, apontaram grandes variações nos porcentagens de enraizamento. Em estudo com estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), Marroquim et al. (2005) obtiveram valores médios de enraizamento de 15% com aplicação de AIB aos 120 dias, após o estaqueamento. Para pau-de-leite (*Sapium*

*glandulatum*), Ferreira et al. (2001) obtiveram melhores índices de enraizamento (28%) na época de verão, aplicando-se 4.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB e Pimenta (2003). Utilizando a mesma espécie, obtiveram porcentagem de enraizamento de 11,3% na primavera, com aplicação de 6.000 mg L<sup>-1</sup> mais 100 mg L<sup>-1</sup> de uniconazol. Em estacas apicais de açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), com aplicação de várias concentrações de AIB Nazário et al. (2007) obtiveram resultados de enraizamento máximo de 26,5%, a pleno sol, aos 85 dias após o estaqueamento, utilizando concentração de 2.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB.

As estacas apicais, sem aplicação de AIB, mostraram maiores valores de biomassa da parte aérea e sistema radicular. O efeito da aplicação de AIB, no aumento da biomassa seca radicular, tem sido estudado em alguns trabalhos, em diferentes culturas (GONTIJO et al., 2003; PASQUAL et al., 2001; DUTRA et al., 1997), concluindo que o tratamento com auxinas, em especial o AIB, propicia efeitos benéficos na biomassa e qualidade do sistema radicular formado.

### 3.5. Efeito do substrato no enraizamento das estacas de pau-jacaré

O uso do composto orgânico como substrato mostrou melhores resultados em casa de vegetação, casa de sombra e pleno sol. Os valores das médias para todas as características avaliadas sempre foram maiores, mostrando diferenças significativas em casa de sombra. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de o composto orgânico ser um substrato com uma constituição física em que a distribuição e tamanho das partículas (granulometria) são maiores em relação à vermiculita, o que permite maior espaço de aeração, mais porosidade e menor retenção de água e evita o excesso de umidade no substrato (ZANETTI et al., 2003), favorecendo as condições para o enraizamento das estacas do pau-jacaré.

## 4. CONCLUSÕES

O uso da estaquia mostrou ser tecnicamente viável para a propagação vegetativa de pau-jacaré, sendo mais efetiva a utilização de estacas apicais como propágulos vegetativos provenientes de material seminal. Quanto à aplicação de ácido indolbutírico, a concentração de 6.000 mg L<sup>-1</sup> proporcionou respostas positivas no enraizamento, principalmente nas estacas intermediárias e basais. A utilização do composto orgânico como substrato para o enraizamento de pau-jacaré mostrou

melhores condições para o crescimento e desenvolvimento radicular e parte aérea das estacas enraizadas, gerando melhores respostas quanto à sobrevivência, enraizamento, vigor e altura das mudas. A sobrevivência das cepas no jardim clonal foi de 100%, apresentando produção crescente de estacas durante o período do experimento, o que evidencia a sustentabilidade do manejo adotado.

## 5. REFERÊNCIAS

- BASTOS, D.C. **Efeito da época de coleta, estágio do ramo e do tratamento com IBA no enraizamento de estacas de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.)**. 2002. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- BRANDÃO, H. L. M.; SAMPAIO, P. T. B. **Propagação por estaquia de pau-d'arco-amarelo (*Tabebuia serratifolia* Nichols)**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. 2003, 4 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*)**. Colombo: PR: EMBRAPA, 2004. 12 p. (Embrapa florestas. Documentos, 91).
- CARVALHO, P. L. P. T.; MOREIRA, A. M.; SOUZA, A. J.; BERTOL, R.; MAGNAGO, J. M.; BUFFON, J. B.; AZEVEDO, J. A. Jardim clonal como área de multiplicação de estacas na Bahia Sul Celulose S/A. In: SIMPÓSIO IPEF, 2., São Pedro, 1991. **Anais**. Piracicaba: IPEF, 1991. p.71-75.
- DUTRA, L. F.; TONETTO, A.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) tratadas com ácido indolbutírico e ethephon. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.3, p.59-64, 1997.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Efeitos dos ácidos indol butírico e bórico no enraizamento de estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **SBPN – Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 122-123, 2001.
- GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, Colombo, Embrapa Florestas, 2000. 351p.

- 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.** 2002. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO R.; ARAUJO NETO, S. E.; CORREA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, p. 290-292. ago.2003.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices.** 7.ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002.890 p.
- MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, C. M.; SOUZA, N. N. F.; ENDRES, L. Propagação vegetativa de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) com o uso de auxinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL 10.; CONGRESSO LATINO AMERICANO DE FISILOGIA VEGETAL, 12., 2005, Recife. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, 2005. 1 CD-ROM.
- NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C. Efeito de substratos e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 34-39, jan/abr., 1995.
- NAZÁRIO, P.; WENDLING, I.; SOUSA, L. P. Enraizamento de estacas de *Luehea divaricata* sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, n. 54, p. 139-143, 2007.
- PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R. do; SILVA, C. R. de. R. **Fruticultura Comercial: Propagação de plantas frutíferas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.
- PIMENTA, A. C. **Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipos de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pa.** 2003. 61 f. Dissertação (Mestrado em Ciências), Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- ROCHA, V. M.; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termo-higrométrica ao longo de um transeito campo-cidade no município de Viçosa-MG. **Revista de Ciencias Humanas**. vol. 10, n.1, p.64-77, 2010.
- SILVA, R. L.; OLIVEIRA, M. L.; MONTE, M. A.; XAVIER, A. Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**. v.1, n.34, p. 99-104, 2010.
- VLACHOV, D. D. Vegetative propagation of sp. *Platanus* L. through rooting of cuttings. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 226, p. 375-378, 1988.
- 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. 3p. (Embrapa Florestas. Comunicado técnico, 130).
- WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, 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; FEIRA DO AGRONEGÓCIO DA ERVA-MATE, 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003.
- XAVIER, A.; SANTOS, G. A. dos; OLIVEIRA, M. L. de. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003.
- XAVIER, A.; WENDLING, I., SILVA R. L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas.** Viçosa, MG: Imprensa Universitária, UFV, 2009. 272p.
- ZANETTI, M.; FERNANDES C.; CAZETTA, J. O.; CORÁ, J. E.; MATTOS JÚNIOR, D. Características físicas de substratos para a produção de mudas cítricas sob telado. **Laranja**. Cordeirópolis, v.24, n.2, p. 519-530, 2003.