

WILLIAM HERNÁNDEZ CASTRO

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO JEQUITIBÁ-ROSA (*Cariniana
estrellensis* (Raddi) Kuntze) E DO PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha*
(Mart.) Macbr.) POR ESTAQUIA

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal,
para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

WILLIAM HERNÁNDEZ CASTRO

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO JEQUITIBÁ-ROSA (*Cariniana
estrellensis* (Raddi) Kuntze) E DO PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha*
(Mart.) Macbr.) POR ESTAQUIA

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal,
para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de fevereiro de 2011

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva
(Coorientador)

Prof. Ismael Eleotério Pires

Prof. Aloísio Xavier
(Orientador)

À minha esposa e meu filho

Krisya Alfaro Hernández e Daniel Jesús Hernández Alfaro

AGRADECIMENTOS

A meu Deus, pela vida.

À minha família, pelo apoio, pelo amor, as orações que sempre tiveram para mim.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, pela oportunidade de realização deste treinamento.

À Universidade Nacional da Costa Rica e ao Instituto de Pesquisas e Serviços Florestais, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Aloísio Xavier, pela orientação, pelo apoio, a colaboração e paciência durante tudo este tempo.

Ao Professor Haroldo Nogueira de Paiva pela amizade, a disposição, o apoio e colaboração oferecida.

Ao Dr. Ivar Wendling por sua disposição e apoio durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pelas críticas e sugestões.

Aos integrantes do grupo de Pesquisa e Desenvolvimento em Silvicultura Clonal: Anne, Poliana, Cibele, Leandro, Tiago, Julyana, Gleidson, Giovani e Victor, pela ajuda e troca de experiências.

Aos meus estagiários Wandrey e Vicente pela valiosa contribuição na realização deste trabalho.

Aos funcionários e amigos do Viveiro de Pesquisas Florestais do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, Sebastião, Alex, João, Vítor, Eduardo, Angélica, Gerardo, pelo auxílio nos experimentos e na coleta de dados.

Aos meus amigos Felipe (Zé Cabelo), Leandro (Panchú bb), Poliana, Anne, Cibele, Djair, Vicente, pela amizade e apoio nos momentos difíceis.

Ao Bruno pelo convívio e amizade, durante tudo este tempo.

Ao meus amigos “ticos” Guillermo, Eugenia, David, Pedro, Kattia e Adriadna, pela amizade, apoio e companheirismo que sempre me ofereceram.

A todas as pessoas que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

WILLIAM HERNÁNDEZ CASTRO, filho de Evangelista Hernández Pérez e Elisa Castro Fernández, nasceu em 14 de abril de 1976, em Guápiles -Limón, Costa Rica.

Em 1994 concluiu seus estudos de segundo grau no Colegio Técnico Profesional de Pococí., Limón, Costa Rica.

Em 2000, graduou-se Engenheiro Florestal pela Universidade Nacional da Costa Rica, Heredia, Costa Rica.

Em 2006, graduou-se Licenciado em Ciências Florestais com ênfase em Docência pela Universidade Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Ciência Florestal, na área de Concentração em Silvicultura, na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Pau-jacaré - <i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.	2
2.2. Jequitibá rosa - <i>Cariniana estrellensis</i> (Raddi) Kuntze	4
2.3. Propagação de espécies florestais lenhosas	5
2.4. Propagação vegetativa.....	7
2.4.1. Estaquia.....	8
2.4.2. Fatores que influenciam no enraizamento	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	14
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO JEQUITIBÁ-ROSA (<i>Cariniana estrellensis</i> (RADDI) KUNTZE) POR ESTAQUIA	18
RESUMO.....	18
ABSTRACT.....	19
1. INTRODUÇÃO	20
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1. Formação do jardim clonal	22
2.2. Preparo das estacas para enraizamento	23
2.3. Estabelecimento e condução dos experimentos	24
2.4. Velocidade de enraizamento das estacas	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.1. Produção e sobrevivência das cepas	25
3.2. Sobrevivência, vigor e enraizamento das estacas em casa de vegetação.....	26
3.3. Sobrevivência, vigor, enraizamento e altura das mudas em casa de sombra.....	29
3.4. Sobrevivência, vigor, enraizamento e altura das mudas em pleno sol.....	31
3.5. Velocidade de enraizamento das estacas	35
4. CONCLUSÕES.....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO PAU-JACARÉ (<i>Piptadenia gonoacantha</i> (Mart.) Macbr.) POR ESTAQUIA	42
RESUMO.....	42
ABSTRACT.....	43
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1. Formação do jardim clonal	46
2.2. Enraizamento de estacas	47
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1. Produção e sobrevivências das cepas.....	48
3.2. Sobrevivência, vigor e enraizamento das estacas em casa de vegetação.....	49
3.3. Sobrevivência, vigor e enraizamento das mudas em casa de sombra.....	50

3.4. Sobrevivência, vigor e enraizamento das mudas em pleno sol.....	53
3.5. Efeito do substrato no enraizamento das estacas de pau-jacaré.....	56
4. CONCLUSÕES.....	58
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
4. CONCLUSÕES GERAIS.....	61
ANEXO.....	62

RESUMO

CASTRO, William Hernández, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2011.
Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) por estaquia.
Orientador: Aloísio Xavier. Coorientadores: Haroldo Nogueira de Paiva e Ivar Wendling.

O Jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e o pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) são espécies nativas com grande potencial de utilização pelo setor florestal brasileiro, as quais se destacam pela diversidade de usos de suas madeiras. Atualmente, estas espécies têm a semente como principal forma de propagação nos processos de produção de mudas. O objetivo deste trabalho foi desenvolver metodologias para a propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) por meio da técnica de estaquia, onde foram testados diferentes dosagens (0, 2.000 e 6.000 mg L⁻¹) de regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB) e tipo de estaca (apical, intermediária e basal) utilizando propágulos vegetativos juvenis de origem seminal. Foram realizadas três avaliações (casa de vegetação aos 120 dias, casa de sombra aos 140 dias e pleno sol aos 170 dias) após o estaqueamento; no caso do pau-jacaré testaram-se também dois tipos de substrato (vermiculita e composto orgânico) aplicando 6.000 mg L⁻¹ de AIB. Em jequitibá-rosa as dosagens de AIB foram testadas em dois períodos de tempo (épocas do ano). Para as duas espécies, nas avaliações, foram quantificadas a sobrevivência, enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete), vigor e altura, bem como a biomassa do sistema radicular e parte aérea ao final dos experimentos. Para ambas as espécies, a aplicação de AIB não mostrou uma tendência clara sobre os efeitos nas características avaliadas; no entanto, quanto ao tipo de estaca, as apicais foram as que apresentaram maiores valores para as características estudadas. As cepas de ambas as espécies mostraram sobrevivência de 100% com produção ascendente de estacas. No caso do substrato, o composto orgânico apresentou valores superiores no enraizamento das estacas de pau-jacaré em relação à vermiculita. Quanto ao efeito da época de ano na propagação de jequitibá-rosa, no período de agosto a janeiro os valores médios das características avaliadas foram menores com

relação aos obtidos no período de maio a outubro. Conclui-se que a propagação vegetativa do jequitibá-rosa e do pau-jacaré pela técnica de estaquia com propágulos de origem seminal é tecnicamente viável, principalmente quando se utilizam estacas apicais e o efeito de AIB mostrou resultados positivos nas estacas intermediárias e basais de pau-jacaré.

ABSTRACT

CASTRO, William Hernández, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2011.
Propagation vegetative of jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) and of pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) for cutting. Adviser: Aloisio Xavier. Co-advisers: Haroldo Nogueira de Paiva and Ivar Wendling

The jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) and the pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) are native species with great potential of utilization for use by the forest sector Brazilian, which are distinguished by the diversity of uses for their wood. Currently, these species have the seeds as the main form of propagation in the process of plants production. The objective of this work was to develop methods for vegetative propagation for jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) and the pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) by the technique of cutting, where were tested different dosages (0, 2.000 and 6.000 mg L⁻¹) of growth regulator ácido indolbutírico (IBA) and type of cutting (apical, intermediate and basal) using propagules vegetative juvenile of seminal source. Three evaluations were realized (a greenhouse for 120 days, the shade house for 140 days and a full sun for 170 days) in the case of the pau-jacaré was also tested two types of substrate (vermiculite and compost organic) applying 6000 mg L⁻¹ of IBA. In the jequitibá-rosa the IBA dosages were tested in two time periods (seasons). For both species, in the evaluations were quantified survival, rooting (root seen in the bottom of the tube), force and height, and biomass of root and shoot at the end of the experiments. For both species, application of IBA did not show a clear trend on the effects in the characteristics evaluated; however, the type of cutting, the apexes showed the highest values for the characteristics studied. The stump of both species showed a survival of 100% with an upward production of cuttings. In the case of the substrate, the organic compost presented great values in the rooting of the cuttings of pau-jacaré in relation to the vermiculite. How much to the effect of the period of year in the propagation of jequitibá-rosa, in the period from August to January the average values of the characteristics evaluated were lower compared with those obtained in the period of May to October. Concluded that the propagation vegetative of the jequitibá-rosa and of the pau-jacaré by the technique of cutting with cuttings of seminal origin is technically viable, mainly when they used stem cutting, without need of use of AIB.

1. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente existe um aumento na demanda por serviços e produtos florestais, em especial na produção de mudas para a recuperação de áreas degradadas, revegetação, reflorestamentos para fins econômicos, restauração de matas ciliares, arborização, entre outros fins. Esta demanda crescente tem apontado a necessidade do desenvolvimento de pesquisas e técnicas que aperfeiçoem a produção de mudas, com custos competitivos e com qualidade morfofisiológica capaz de atender aos objetivos dos plantios (SANTOS et al., 2006).

A maioria da matéria-prima (madeira) para o desenvolvimento de diversos produtos provêm de florestas plantadas, principalmente de *Eucalyptus* e *Pinus* advindas das grandes empresas florestais; entretanto, nos últimos anos, algumas espécies nativas do Brasil têm sido mencionadas como potenciais na silvicultura nacional, sobretudo por parte de pequenos produtores rurais, organizações não governamentais, cooperativas, pequenos viveiristas e instituições de pesquisa, seja para a produção de madeira, recomposição de matas ou recuperação de áreas degradadas. Entretanto, é notória a carência de informações sobre as técnicas silviculturais relacionadas com o manejo destas espécies, desde a produção de mudas até o manejo em plantios.

A produção de mudas de espécies florestais nativas no Brasil tem sido feita principalmente por meio de sementes, a qual tem apresentado uma série de dificuldades, dependendo da espécie e dos objetivos pretendidos, como baixa produção de sementes, alta variabilidade genética, longo período da produção das sementes e baixa porcentagem de germinação.

Em função disso, a propagação vegetativa tem sido considerada uma valiosa técnica na multiplicação de espécies florestais nativas, sobretudo na reprodução dos genótipos isolados na natureza, em áreas fragmentadas, tornando possível a recombinação destes nos pomares clonais com o objetivo de produzir sementes melhoradas, assim como também para o resgate de árvores matrizes em risco de extinção para a conservação da espécie. As espécies jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) são de grande potencial para o desenvolvimento de plantios para produção de madeira para diversos fins, no entanto, a literatura existente relacionada com a propagação vegetativa é escassa.

Atualmente, a pesquisa com espécies nativas tem sido conduzida principalmente quanto a estudos relacionados com a nutrição mineral e quanto a utilização de diferentes substratos para a produção de mudas em viveiro. Quanto à propagação vegetativa, a literatura tem relatado pesquisas com cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) utilizando a técnica de miniestaquia com propágulos oriundos de mudas produzidas por sementes, onde resultados apontam até 84% de sobrevivência aos 90 dias de idade, demonstrando o potencial desta técnica como alternativa na produção de mudas desta espécie (XAVIER et al., 2003). Igualmente, Gatti (2002) concluiu que a propagação por miniestaquia de pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.) e jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) é uma técnica viável para a produção de mudas destas espécies. Santos e Pinheiro (2001), utilizando a técnica de estaquia para a propagação vegetativa do paricá (*Schizolobium amazonicum*), também concluíram que esta é viável, desde que as estacas sejam retiradas das secções intermediárias da planta e tratadas com AIB.

Assim, esse trabalho foi conduzido com objetivo de desenvolver metodologia para a propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) através da técnica de estaquia em função da aplicação de diferentes dosagens do regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB) e de diferentes tipos de estacas utilizados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Pau-jacaré - *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.

Conhecido com os nomes comuns de angico no Distrito Federal; angico-branco, camboeteiro, camoeteiro e serreiro, no Estado de São Paulo; casco de jacaré, em Santa Catarina; icarapé, na Bahia; jacaré, em Minas Gerais, no Paraná, nos Estados do Rio de Janeiro, Santa Catarina e São Paulo, jacarezeiro, no Paraná (LORENZI, 1992).

Piptadenia gonoacantha é uma espécie que ocorre em matas de galeria do Distrito Federal, sendo, em relação ao estágio sucessional, classificada como pioneira a secundária inicial. Ocorre naturalmente nos Estados da BA (Chapada Diamantina e sul), MG, ES, MS, RJ (sul), PR (leste e norte), SC (leste), e em todo Estado de SP. Ocorre naturalmente em

solos muito variados, desde os de baixa fertilidade, pedregosos e os considerados imprestáveis até nos de boa fertilidade. Em plantios, tem crescido melhor em solos de fertilidade média a alta, com propriedades físicas adequadas, como bem drenados e com textura que varia de areno - argilosa a argilosa (CARVALHO, 2004).

Árvore caducifólia, comumente com 10 a 20 m de altura e de 20 a 50 cm de diâmetro, podendo atingir até 30 m de altura e 90 cm de diâmetro. Tronco normalmente tortuoso, com cristas aculeadas características por toda sua extensão. Fuste normalmente curto, ou com multitrancos, quando isolado, na floresta atinge até 8 m de comprimento. Ramificação do tipo cimosa, dicotômica, copa irregular e estreita, com acúleos nos ramos finos. A sua casca possui uma espessura de até 5 mm com cristas lineares longitudinais interligadas por outras menores transversais, lembrando às vezes o couro do jacaré, motivo pelo qual leva o nome popular. Na casca também estão presentes os acúleos, em maior ou menor quantidade, de até 2 cm de tamanho. A casca externa é áspera nas árvores jovens tornando-se rugosa ou fissurada com o envelhecimento. A casca interna é amarelada. As folhas são recompostas, paripenadas, com até 15 pares de folíolos, pecíolo canaliculado. O fruto desta espécie é deiscente, coreáceo, seco, plano, com margem reta, parda, com 8 a 15 cm de comprimento e 1,7 a 2,5 cm de largura, com 4 a 10 sementes (LORENZI, 1992).

A semente é parda-amarelada, plana, lisa, ovalada, sem endosperma, não alada, medindo em média 9 mm de comprimento por 8 mm de largura (CARVALHO, 1994), contém entre 12 mil (WASJUTIN, 1958) a 20 mil (KRÜGEL, 1992) sementes por quilo; as sementes dessa espécie apresentaram comportamento recalcitrante em relação ao armazenamento, mantendo viabilidade curta (por até 6 meses) em ambiente natural (CARVALHO, 2004). A temperatura ótima de germinação para essa espécie está na faixa de 20°C a 25°C no escuro (LEITE e TAKAKI, 1994). A semeadura deve ser feita, de preferência, em sementeiras e depois repicar as mudas em sacos de polietileno ou em tubetes de polipropileno de tamanho médio. Apresenta germinação epígea, com início entre 4 a 34 dias após a semeadura, com poder germinativo médio de 80%, podendo chegar até 98%. Recomenda-se a repicagem 2 a 3 semanas após a germinação e as mudas atingem porte adequado para plantio cerca de 4 meses após a semeadura. As raízes do pau-jacaré apresenta associação com *Bradyrhizobium*, formando nódulos coralóides e com atividade da enzima nitrogenase. Em decorrência da baixa porcentagem de sobrevivência verificada em diversos plantios, recomenda-se a inoculação em viveiro, com estirpes específicas de *Bradyrhizobium* (CARVALHO, 2004).

O pau-jacaré pode ser plantado em plantio misto, a pleno sol, associado com espécie de mesmo padrão de crescimento visando melhorar a forma de fuste, exemplo de plantio bem-sucedido com grevilea (*Grevillea robusta*) é reportado no norte do Paraná, como também para proteção e tutoramento de espécies nativas secundárias-clímax, como o guarantã (*Esenbeckia leiocarpa*) (PINHEIRO et al., 1982). Essa espécie pode ser utilizada em sistemas silviagrícolas, para sombreamento de cafezais (CORREA, 1969), em arborização de culturas, barreiras e cercas vivas (BAGGIO e CARVALHO, 1990).

O pau-jacaré tem crescimento rápido, atingindo até $25 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ aos 8 anos de idade, prevê-se uma rotação de 6 a 8 anos para lenha e carvão, e 15 anos para madeira (CARVALHO, 2004). Segundo Lelles et al. (1978), a madeira de pau-jacaré pode ser usada localmente em acabamentos internos, armações de móveis, brinquedos, entalhes, embalagens, miolo de portas, painéis, construção civil em vigamentos, caibros, forros, tabuados de segunda categoria, em obras não expostas, e em mourões para cercas, mas com baixa durabilidade.

O pau-jacaré é considerado uma das melhores essências brasileiras para lenha e carvão, apresentando também rendimento em tanino na madeira de 7,1% e na casca de 11,4% o que é empregado em curtume (CARVALHO, 2004).

2.2. Jequitibá rosa - *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze

O jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) é uma espécie da floresta pluvial atlântica e subtropical pertencente à família *Lecythidaceae*, ocorre do sul da Bahia até o Rio grande do Sul e aparece ainda no Acre e nas florestas de galeria do Brasil Central. Seu porte é de 35-45 m de altura e 90-120 cm de diâmetro. É uma planta semidecídua no inverno, heliófila ou de luz difusa, característica da floresta clímax, prefere solos úmidos e profundos (planta seletiva higrófito). É rara no cerrado ou em terrenos mais secos (LORENZI, 1992). Fora do Brasil, a espécie é reportada desde o nordeste da Bolívia e do Peru até as florestas do Paraguai, no norte da região Oriental (LÓPEZ, 1987).

A madeira é considerada firme, dura e resistente de leve a moderadamente pesada, sendo de boa estabilidade dimensional depois de manufaturada (RECORD e HESS, 1972; CHUDNOFF, 1984). Segundo Chudnoff (1984) o cerne é extremamente resistente a conservantes, embora o alburno seja permeável. A madeira do jequitibá-rosa é indicada para estrutura de móveis, peças torneadas, molduras, compensados, salto de sapatos, cabos de

ferramentas, contraplacados, caixotaria e na construção civil para a confecção de peças internas como vigas, caibros, ripas, forros, persianas, entre outras. A árvore possui qualidades ornamentais, entretanto, devido ao seu grande porte é apenas recomendada para o paisagismo em parques e grandes jardins. A casca e frutos possuem propriedades medicinais sendo utilizada como fortificante e contra tosse, asma e fraquezas pulmonares (LORENZI, 1992).

A cor do cerne varia do branco-amarelado ou levemente rosado, amarelado, rosado a róseo-acastanhada, a avermelhada ou marrom-avermelhada ou mesmo purpúreo-marrom. Às vezes, há faixas escuras no cerne que geralmente não é bem demarcado do alburno. O alburno varia na cor de amarelado ou levemente rosado ao marrom pálido. Superfícies de corte longitudinal são lisas, mas não brilhante, com brilho médio e fino para textura média (LÓPEZ, 1987).

O jequitibá-rosa foi incluído na lista de 23 espécies prioritárias para o Brasil, elaborado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária através Centro Nacional de Pesquisa de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Embrapa- Cenargen) para o governo brasileiro em conexão com a estratégia nacional de conservação. Os critérios para seleção foram aqueles recomendados pelo Painel de Expertos da FAO sobre Recursos Genéticos Florestais: restrita distribuição ecológica, baixa densidade populacional, alta exploração de madeira e outros produtos, silvicultura desconhecida ou deficiente e habitat ameaçados (ROCHE, 1987).

2.3. Propagação de espécies florestais lenhosas

As espécies florestais lenhosas nativas do Brasil têm a reprodução sexuada (semente) como a forma mais comum de produção de mudas, a qual proporciona variabilidade genética entre os indivíduos, possibilitando maior distribuição e adaptação do material em diferentes condições de solo e clima (MÜLLER, 2010). No entanto, existem espécies que, devido à ausência de estudos em relação aos sistemas de reprodução (biologia de polinização, auto esterilização, grau de autofecundação), por vezes apresentaram dificuldades para a aplicação de programas de melhoramento por métodos sexuais (FERREIRA e SANTOS, 1997). Para tais espécies, nos estudos sobre qualidade e conservação do germoplasma, tem sido considerado relevante o desenvolvimento de técnicas de propagação vegetativa, visto ser uma alternativa que garante a conservação destas espécies num sistema produtivo de silvicultura clonal (INOUE e PUTTON, 2007).

No setor florestal brasileiro, a propagação vegetativa tem um lugar de grande importância, onde seu uso é justificado quando a disponibilidade de genótipos de alta produtividade e, ou, sementes é insumo limitado. Nestas condições, um programa que utiliza a propagação vegetativa pode distribuir com maior rapidez e eficiência os resultados de programas de melhoramento genético, que buscam a conservação de espécies florestais nativas, ou, estabelecimento de plantios com características mais apropriadas aos produtos esperados (ROCHA, 2002). Normalmente a fonte de semente de espécies florestais nativas deve ser composta de uma população de plantas não aparentadas e da mesma origem (população). Para cada população existe uma variação individual, ocorrendo árvores com diferentes características fenotípicas devendo ser colhidas sementes de árvores matrizes que apresentaram características fenotípicas superiores. Desta forma, a produção de sementes de espécies florestais nativas ganhou grande importância para a formação de mudas a serem utilizadas em programas de reposição florestal, reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, arborização urbana e a preservação das espécies em extinção, entre outras atividades, que necessitam deste insumo (VIEIRA et al., 2001).

Existe uma série de fatores que afetam a produção de sementes das espécies florestais e, portanto sua reprodução, tais como: sazonalidade da floração e na produção de sementes; variações na época, na duração, no intervalo e na quantidade de florescimento; fatores ecológicos envolvidos na polinização; produção irregular de sementes entre indivíduos de uma mesma população (SCHORN, 2003).

Várias espécies florestais, especialmente as nativas, produzem sementes intensamente em um ano e modestamente em outro, sendo definido tal comportamento como ciclicidade de produção. O acompanhamento da fenologia das árvores-matrizes selecionadas para coleta das sementes é importante para o planejamento adequado da coleta. A observação do florescimento, as coletas periódicas de frutos desde sua formação, a incidência de pragas, além das condições de acesso às árvores-matrizes são informações necessárias para estimar corretamente a produção de sementes da espécie. As informações obtidas através do acompanhamento das árvores-matrizes fornecem os indicativos do andamento da maturação, havendo, contudo, métodos mais precisos para se determinar o ponto exato de se iniciar a coleta (FOWLER e MARTINS, 2001).

2.4. Propagação vegetativa

As técnicas de propagação vegetativa constituem-se, atualmente, em um dos principais processos de produção de mudas e são a base da silvicultura clonal, sobretudo pela sua efetividade em capturar os ganhos genéticos obtidos dos programas de melhoramento (XAVIER et al., 2009). No caso do Brasil, o desenvolvimento da silvicultura clonal intensiva tem sido focado, principalmente, para as espécies do gênero *Eucalyptus*, no entanto, existem experiências com propagação vegetativa em algumas espécies onde os programas de silvicultura clonal estão em desenvolvimento com diferentes graus de avanço.

Ao longo dos últimos anos, vários trabalhos vêm sendo realizados visando o desenvolvimento da estaquia para diferentes espécies florestais nativas do Brasil, como erva-mate (*Ilex paraguariensis*), pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), aroeira (*Schinus terebinthifolius*), pau-de-leite (*Sapium glandulatum*), ficus (*Ficus enormis*), corticeira-do-banhado (*Erythrina falcata*), pau-de-sangue (*Croton celtidifolius*), araticum-de-porco (*Rollinia rugulosa*), cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), mogno (*Switenia macrophylla*), angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), imbuia (*Ocotea porosa*), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), entre outras (XAVIER et al., 2009). De modo geral, os estudos têm-se concentrado em materiais juvenis, na definição da concentração de reguladores de crescimento, do tipo de substrato, da época do ano para resgate das matrizes, além da avaliação da potencialidade da miniestaquia.

A propagação vegetativa tem sido utilizada para o resgate de árvores adultas com características fenotípicas superiores ou para o resgate de árvores isolados. Dentre as formas de resgate a mais comumente utilizada pelas empresas florestais é a decepa da árvore para indução de brotações basais. As brotações emitidas nas cepas possuem características morfológicas e fisiológicas com maior grau de juvenilidade, o que é de fundamental importância para a recuperação da competência ao enraizamento adventício (ALFENAS et al., 2009).

Entre as técnicas de propagação vegetativa utilizadas em espécies florestais, destacam-se a enxertia, a estaquia e suas variações e a micropropagação (PAIVA e GOMES, 2005, FERRARI et al., 2004). Particularmente para *Eucalyptus*, a estaquia e a miniestaquia são as principais técnicas utilizadas na produção de mudas, visando atender a programas de silvicultura clonal (SOUZA JUNIOR e WENDLING, 2003); ao passo que a enxertia é a forma mais adotada na clonagem da seringueira (ALVARENGA e CARMO, 2008).

2.4.1. Estaquia

A estaquia, cujos princípios já são bem conhecidos constitui um dos métodos de propagação clonal mais utilizados em escala comercial, dada sua aplicabilidade técnica, operacional e custo de produção competitivo em relação às demais técnicas de propagação assexuada. A propagação clonal em *Eucalyptus* por estaquia é efetuada a partir do enraizamento de estacas caulinares, confeccionadas a partir de brotações provenientes de cepas de árvore selecionada, banco clonal ou jardim clonal. O uso de jardim clonal tem sido a forma mais aplicada, pois permite um manejo intensivo e ajustado para obtenção de brotações em quantidade e qualidade, destinadas ao êxito do enraizamento das estacas (XAVIER et al., 2009).

Dada a importância do gênero *Eucalyptus* no cenário da silvicultura clonal, nos últimos anos foram desenvolvidas metodologias de propagação vegetativa que aperfeiçoaram as técnicas para miniestaquia e microestaquia, as quais proporcionaram a minimização de algumas dificuldades no processo de produção de mudas de certos clones e espécies, principalmente no que concerne ao enraizamento, formação de mudas e desenvolvimento da futura árvore (XAVIER et al., 2009). Ambas as técnicas foram desenvolvidas no Brasil na década de 1990, cuja origem, desenvolvimento e aplicação em *Eucalyptus* se devem, principalmente, aos trabalhos realizados por ASSIS, (1992) e XAVIER e COMERIO (1996).

De modo geral, a miniestaca em *Eucalyptus*, normalmente usada na produção comercial de mudas clonais, constitui-se da parte apical da brotação e com consistência herbácea, diferenciando da estaca convencional, a qual normalmente é formada das porções intermediárias das brotações e possui consistência semilenhosa. Além disso, o minijardim clonal, no caso da miniestaquia, é instalado dentro do viveiro florestal, em condições protegidas pelo envasamento das cepas, diferindo do sistema da estaquia, em que o jardim clonal está localizado em condições de campo (XAVIER et al., 2009).

O processo de enraizamento e formação das mudas de miniestacas segue os mesmos procedimentos da técnica de estaquia, ou seja, as miniestacas são colocadas para enraizamento em casa de vegetação (permanência de 15-30 dias), seguindo posteriormente para a casa de sombra (permanência em torno de 8 dias), para aclimatação, e finalmente para pleno sol, para formação final da muda. Os períodos de permanência das miniestacas em casa de vegetação depende do clone/espécie envolvido, das condições ambientais de

enraizamento, da época do ano e do seu estado nutricional e fisiológico (XAVIER et al., 2009).

A microestaquia difere da miniestaquia basicamente pela origem do material que compõe o microjardim clonal, ou seja, na microestaquia a origem das microcepas é de mudas micropropagadas e, na miniestaquia, de mudas propagadas pela macroestaquia (estaquia convencional ou miniestaquia), além de que fisiologicamente espera-se que as microestacas apresentem melhor resposta em termos de vigor e percentual de enraizamento, pelo fato de serem obtidas mediante o rejuvenescimento a partir de micropropagação *in vitro* (XAVIER et al., 2009). Uma das principais limitações à adoção da técnica de microestaquia é a necessidade de mudas rejuvenescidas pela micropropagação, a qual é dependente da existência de uma estrutura física e operacional de laboratório de cultura de tecidos (ALFENAS et al., 2009), assim como de protocolos de micropropagação ajustados para diferentes espécies/clones (XAVIER et al., 2009).

Operacionalmente, a microestaquia e a miniestaquia demandam menor dispêndio de mão-de-obra, pela eliminação do manejo extensivo exigido nos jardins clonais de campo, que foram substituídos pelo manejo intensivo nos minijardins clonais. Além disso, a colheita e o transporte de brotações no campo foram substituídos pelo manejo concentrado no próprio viveiro dispensando da aplicação de regulador de crescimento na maioria dos clones (ASSIS e MAFIA, 2007).

Nos últimos anos devido ao sucesso que tem a miniestaquia e microestaquia como técnicas de propagação vegetativa das espécies de *Eucalyptus*, têm sido realizados alguns estudos por diferentes autores sobre a utilização da técnica de miniestaquia como método de propagação em espécies nativas brasileiras a partir de material juvenil de origem seminal, especificamente com as espécies jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum*). GATTI (2002) constatou que, para o enraizamento do jequitibá-rosa, a melhor dosagem e regulador de crescimento foi 2000 mg L⁻¹ de ANA, no caso do pau-mulato, as concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ proporcionaram maior comprimento radicular aos 60 dias, tanto para o AIB quanto para o ANA. Xavier et al. (2003) avaliaram o desempenho da miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), a partir de material seminal, os resultados obtidos quanto ao enraizamento indicaram o melhor desempenho da miniestaca caulinar, com 84% de sobrevivência das mudas aos 90 dias de idade, demonstrando o potencial da miniestaquia como alternativa na produção de mudas de cedro-rosa.

Outros estudos com *Erythrina falcata* Bentham têm buscado a definição de condições adequadas para a sua multiplicação, tais como: substratos para enraizamento, fitorreguladores, nutrição e manejo de plantas matrizes, além de outras práticas e técnicas importantes para a produção de suas mudas (WENDLING et al., 2005). Por outra parte, Silva et al. (2010) avaliaram a eficiência da técnica de miniestaquia para a propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), testando dois tipos de miniestacas (apical e intermediária) tratadas com diferentes dosagens de ácido indolbutírico (0, 2.000, 4.000 e 8.000 mg L⁻¹) e testando diferentes tipos de substratos (vermiculita, casca de arroz carbonizada e substrato agrícola) neste caso, os resultados mostraram que as diferentes dosagens de AIB não influenciaram no enraizamento das estacas, mas quanto ao uso de substrato, com vermiculita houve uma redução no tempo de permanência em casa de vegetação, em comparação aos outros substratos.

2.4.2. Fatores que influenciam no enraizamento

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

A facilidade do enraizamento de plantas de espécies lenhosas diminui com a idade da planta mãe, resultando em insucesso na propagação, já que as características desejáveis frequentemente não são expressas uma vez que a planta mãe tenha alcançado a maturidade. A transição da juvenilidade à fase da maturidade tem sido definida como a fase do envelhecimento ontogenético ou envelhecimento de meristemas. São mudanças progressivas na morfologia e desenvolvimento de características tais como forma da folha, padrão de ramificação, crescimento de brotos, vigor e a habilidade de produzir gemas e raízes adventícias, que têm relação com a idade fisiológica ou a idade ontogenética da planta mãe (HARTMANN et al., 2002).

2.4.2.1. Tipo de estaca

Segundo Fachinello et al. (1995), a condição fisiológica da estaca possui grande importância no processo do enraizamento, pois ao longo do ramo o teor de carboidratos e de substâncias promotoras e inibidoras do crescimento nos tecidos apresentaram variação, sendo que estacas obtidas de diferentes porções do ramo tendem a diferir quanto ao potencial de enraizamento. Produção de raízes em estacas retiradas de diferentes porções da parte aérea são frequentemente observadas, com maior enraizamento, em muitos casos, que em estacas coletadas da parte basal do ramo (HARTMANN et al., 2002).

De acordo com Vlachov (1988), analisando a capacidade de enraizamento de três tipos de estacas de *Platanus acerifolia* Ait., obtidas ao longo da extensão do mesmo ramo (basais, medianas e apicais), verificou que as estacas basais apresentaram potencial significativamente superior. Estudo com guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), utilizando a miniestaquia como técnica de propagação vegetativa, utilizando estacas apicais e intermediárias, mostrando que não houve diferença no enraizamento entre os tipos de estacas utilizados (Silva et al., 2010). Porém, situações como as anteriores não são uma constante nos processos de propagação vegetativa, já que pode variar entre as espécies e a técnica de propagação utilizada.

2.4.2.2. Substrato

O substrato tem a função de sustentar as estacas durante o período do enraizamento, proporcionar umidade e permitir a penetração do ar na base das mesmas (HARTMANN e KESTER, 1976). Um bom substrato de enraizamento deve, ao mesmo tempo, permitir adequadas condições de enraizamento e crescimento das mudas. Assim, sua escolha depende de suas características físico-químicas e do comportamento da espécie a ser propagada. Assim, um substrato ideal deve apresentar uniformidade em sua composição, baixa densidade, estabilidade volumétrica e granulométrica, boa porosidade, elevada capacidade de troca catiônica (CTC), boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, isenção de pragas, organismos patogênicos e plantas invasoras, além de ser de fácil preparo e de baixo custo (ALFENAS et al., 2009).

As estacas de muitas espécies de plantas enraízam com facilidade em uma grande diversidade de tipos de substrato. No entanto, em espécies de difícil enraizamento, o substrato pode influenciar tanto no percentual de enraizamento quanto na qualidade do

sistema radicular formado. Os tipos de substrato mais comuns são a vermiculita, a turfa, a serragem semidecomposta, a areia, a casca de arroz carbonizada, a moinha de carvão, o composto orgânico, a terra de subsolo, a fibra de coco e diversas combinações entre estes.

Não há consenso quanto ao melhor, sendo recomendável testar nas condições ambientais e com a espécie a ser propagada (XAVIER et al., 2009). Segundo Hartmann et al. (2002) o substrato ideal para o enraizamento depende da espécie, do tipo de estaca, da época, do sistema de propagação, do custo e da disponibilidade de seus componentes. Silva et al. (2010), utilizando três tipos de substrato (vermiculita, casca de arroz carbonizada e substrato agrícola (casca de pinus compostada)) na propagação vegetativa de guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), verificaram que o substrato a base de vermiculita influenciou diretamente na velocidade do enraizamento das miniestacas, com um enraizamento médio de 95,8% aos 60 dias de permanência na casa de vegetação, enquanto que o substrato agrícola e o casca de arroz carbonizada apresentaram índice similar de enraizamento somente aos 90 dias.

2.4.2.3. Aplicação de reguladores de crescimento vegetal

O uso de hormônio influencia o processo de propagação e aplicações de reguladores de crescimento têm possibilitado o enraizamento de propágulos vegetativos, sendo que o ácido indolbutírico (AIB) tem sido o mais utilizado (BRONDANI et al., 2008). Aplicações exógenas de auxinas podem proporcionar maior percentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento (HARTMANN et al., 2002). O AIB tem apresentado maior eficiência na promoção de raízes adventícias em estacas de espécies florestais, visto a sua menor mobilidade e maior estabilidade química no interior da estaca. A concentração utilizada varia de acordo com a espécie, clone, estado de maturação, tipo de estaca, condições ambientais, forma e tempo de aplicação (XAVIER et al., 2009).

Resultados de pesquisa utilizando diferentes dosagens de AIB em miniestacas de *Grevillea robusta* indicaram que com maior concentração de regulador de crescimento ocorreu um ligeiro decréscimo na taxa de enraizamento (SOUZA JUNIOR et al., 2008). Os mesmos resultados foram observados em outros estudos com *Psidium cattleyanum* (NACHTIGAL e FACHINELLO, 1995), *Ilex paraguariensis* (WENDLING e SOUZA JUNIOR, 2003) e *Cedrella fissilis* (XAVIER et al., 2003). Estudo com a espécie Pau-d'arco (*Tabebuia serratifolia* Nichols) utilizando a estaquia como técnica de propagação vegetativa

e as dosagens de 300, 700, 1.500 e 2.000 mg L⁻¹ de AIB, mostrou que as estacas submetidas a uma concentração de 2.000 mg L⁻¹ de AIB, após 90 dias no viveiro de enraizamento, apresentaram 85% de sobrevivência, das quais um 90% mostrou enraizamento, também indicando que o uso de AIB estimulou o enraizamento e a sobrevivência das estacas (BRANDÃO e SAMPAIO, 2003).

De modo geral, os resultados com espécies nativas aplicando reguladores de crescimento para estimular o enraizamento variam entre as espécies, tipo de estaca e técnica de propagação utilizada, portanto, é recomendável a aplicação de testes prévios, que indiquem o comportamento da espécie na propagação vegetativa com uso de fitoreguladores, sobretudo quando a disponibilidade de informação é escassa.

Existem outros fatores que influenciam no enraizamento como a nutrição mineral das plantas matrizes, já que o estado nutricional determinará a quantidade de carboidratos, auxinas, entre outros compostos metabólicos, fundamentais à iniciação radicular e à velocidade com que esta ocorre. Embora a nutrição mineral e o enraizamento adventício estejam intimamente relacionados, o assunto é complexo, visto que a formação de raízes em estacas inclui múltiplas fases e poucos estudos têm distinguido a relação entre a nutrição mineral e as fases da rizogênese (CUNHA et al., 2009).

Fatores como a época do ano e a umidade influenciam no enraizamento dos propágulos vegetativos. Segundo Hartmann et al. (2002) a época do ano em que se coletam as estacas pode desempenhar um papel muito importante no enraizamento, podendo ser, inclusive, um fator decisivo para obtenção de êxito na propagação por estaquia. Por outra parte, a formação de raízes adventícias envolve o crescimento e a síntese de novos compostos, que, por sua vez, são diretamente influenciados pelo estresse hídrico. Dessa forma, a pressão de turgor é essencial para promover a força necessária à expansão celular, facilitando a emergência das novas raízes dos propágulos (XAVIER et al., 2009). No entanto, o excesso de água reduz a aeração e pode levar a condições anaeróbicas e à morte das estacas. Quando o déficit de água causa o fechamento dos estômatos, a difusão do CO₂ dentro da folha é restrito, limitando a fotossíntese e o nível de carboidratos nas estacas (HARTMANN et al., 2002).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG:Imprensa Universitária, UFV, 2009. 500 p.
- ALVARENGA, A. P.; CARMO, C. A. F. S. **Seringueira**. Viçosa, MG:EPAMIG-Viçosa, 2008. 894 p.
- ASSIS, T. F.; MAFIA, R. G. Hibridação e clonagem. In: BORÉM, A. (Org.) **Biotecnologia florestal**. Viçosa: UFV, cap. 5, 2007, p. 93-121.
- ASSIS, T. F.; ROSA, O. P.; GONÇALVES, S. I. Propagação por microestaquia. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1992. p. 824-836.
- BAGGIO, A. J.; CARVALHO, P. E. R. **Algumas técnicas agroflorestais recomendadas para o litoral do Paraná**. In:IPARDES. Curitiba: IBAMA / IPARDES, 1990. v.1, p. 241-248.
- 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.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; ARAUJO, M. A.; PIRES, P. P. Ácido indolbutírico em gel para enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden e Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Agrária**, Curitiba. n. 9, p. 153-158, 2008.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA – CNPF, Brasília: EMBRAPA – SPI, p. 407 - 409, 1994.
- CARVALHO, P. E. R. **Pau-jacaré-Piptadenia gonoacantha**. Colombo: PR: EMBRAPA, 2004. 12 p. (Embrapa florestas. Documentos, 91).
- CHUDNOFF, M. **Tropical timbers of the world**. Agriculture Handbook, 607. Madison: USDA. Forest Products Laboratory. 1984. 26 p.
- CORREA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969. v. 4. 765 p.
- CUNHA, A. C. M. C.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 58, p. 35-47, 2009.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R. de L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2.ed. Pelotas: Universitária, 1995. 179 p.
- FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa florestas, 2004. 22p. (Embrapa florestas. Documentos, 94).

FERREIRA, M.; SANTOS, P. E. T. Melhoramento genético do *Eucalyptus* no Brasil: breve histórico e perspectivas. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement Eucalypts. **Proceedings...** Colombo: Embrapa-CNPQ, v.1, 1997. p. 178-182.

FOWLER A. P.; MARTINS E. G. **Manejo de sementes de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 76 p.(Embrapa florestas. Documentos, 58).

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.

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.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas, principios y prácticas**. 5. ed. México:Cia Editorial Continental, 1976. 810 p.

INOUE, M.T; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Floresta**, Curitiba, PR, v.37, n.1, p. 55-61, já./abr., 2007.

KRÜGEL, E. **Reflorestar é preservar**. Florianópolis: Souza Cruz, 1992. 46p.

LEITE, I. T. de A.; TAKAKI, M. Análise da germinação de sementes de *Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr. (Leguminosae - Mimosoideae). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.37, n.3, p.587-595, 1994.

LELLES, J. G. de.; REIS, M. S.; VALENTE, O. F.; SOUZA, A. P. de. Durabilidade de moirões preservados em condições de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.2, n.1, p.27-33, 1978.

LÓPEZ, J. A. **Common trees of Paraguay**. Ñande Yvirá Mata Kuera. Peace Corps, Assuncion.1987.425 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352 p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4 ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, v.1, 2002. 368 p.

MÜLLER, P. H. **Sistemas de propagação de mudas de essências florestais**. Silvicultura e manejo florestal. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Piracicaba/SP. Disponível em <<http://www.ipef.br/silvicultura/producaomudaspropagacao.asp>>. Acesso o 23/08/2010.

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 Agrobiologia**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 34-39, jan/abr., 1995.

PAIVA, N. H., GOMES, J. M. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 46p. (Cadernos didáticos, 83).

PINHEIRO, G. de S.; VEIGA, A. de A.; MARIANO, G. Estudo do comportamento de pau-jacaré e guarantã sob povoamento misto. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE

ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1982. p.1032- 1035. Publicado na Silvicultura em São Paulo, v.16 A, parte 2, 1982.

RECORD, S. J.; HESS R. W. **Timbers of the New World: Use and abuse of America's Natural Resources**. New York. Arno Press, 1972. 640 p.

ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Belo Horizonte: Instituto Estadual Florestal Sustentável IEF/MG, 2002. 173 p.

ROCHE, L. **Forest genetic resources conservation**. Brazil. Consultant Final Report, Série Publicações Miscelâneas No. A4/BR-87-007, IICA-Embrapa, Brasília,1987. p.36.

SANTOS, P. S.; LISBOA, A. C.; NETO, S. N.; GRUGIKI, M. A.; FERREIRA, M. A. Qualidade de mudas de quatro espécies florestais produzidas em diferentes tubetes. **Revista Floresta e Ambiente**, v.13, n.1, p. 69-78, 2006.

SANTOS, L.; PINHEIRO, K. A. Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum Huber Ex. Ducke*) obtidas de material juvenil e imersas em ácido indol-3-butírico. **Revista Ciência Rural Agraria**, n. 35, p. 79-88, 2001.

SCHORN, L. A. **Aspetos ecológicos da produção de sementes**. Blumenau:Universidade regional de Blumenau. Departamento de engenharia florestal. 2003. 13 p.

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.

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

VIEIRA, A. H.; MARTINS E. P.; PEQUENO, P. L.; LOCATELLI, M.; SOUZA, M. G. **Técnicas de Produção de sementes florestais**. Porto Velho:Embrapa, CT 205, n. 205, p. 1-4, ago./2001.

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I. **Propagação vegetative de *Eucalyptus dunnii* via miniestaquia de material juvenil**. Colombo:Embrapa Florestas. n. 46, p. 21-30, jan./jun. 2003. (Boletim Pesquisa Florestal).

VLACHOV, D. D. Vegetative propagation of *Platanus acerifolia* L . through rooting of cuttings. **Acta Horticulture**, Wageningen, v. 226, p. 375-378, 1988.

WASJUTIN, K. **Dendrologia e chave prática para a identificação das principais árvores latifoliadas indígenas na Fazenda Monte Alegre, PR**. Telemaco Borba: Klabin do Paraná, 1958. 105 p. (Mimeografado).

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: 3º CONGRESSO

SUL-AMERICANO DA ERVA MATE, 1ª FEIRA DE AGRONEGOCIO DA ERVA MATE, 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó, SC.

XAVIER, A.; COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.20, n.1, p. 9-16, 1996.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. dos; OLIVEIRA, M. L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro rosa (*Cedrella fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, 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.

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO JEQUITIBÁ-ROSA (*Cariniana estrellensis* (RADDI) KUNTZE) POR ESTAQUIA

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma metodologia para a propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), 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, o enraizamento, a altura, o vigor e a biomassa radicular e foliar das estacas, em razão da aplicação de diferentes dosagens do regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB) e do tipo de estaca utilizado. O jardim clonal foi constituído de plantas oriundas a partir de mudas de material seminal, com uma densidade de 9 plantas por m², estabelecidas em solo. Foram feitas avaliações quanto ao enraizamento das estacas em duas épocas do ano, em casa de vegetação (aos 120 dias), em casa de sombra (aos 140 dias) e em pleno sol (aos 170 dias) após o estaqueamento. A aplicação do AIB não teve efeito na maioria das características avaliadas; no entanto, quanto ao tipo de estaca, as apicais foram as que apresentaram maiores valores para as características estudadas. A sobrevivência das cepas foi de 100% e a produção de brotações mostrou tendência crescente nas coletas sucessivas. Conclui-se que a propagação vegetativa do jequitibá-rosa pela técnica de estaquia é viável, principalmente quando se utilizam estacas apicais, e a aplicação de AIB não mostrou efeitos destacados que indiquem a sua utilização na propagação do jequitibá-rosa pela estaquia.

Palavras-chave: regulador de crescimento, enraizamento de estaca, propagação de plantas.

PROPAGATION VEGETATIVE OF JEQUITIBÁ-ROSA (*Cariniana estrellensis* (RADDI) KUNTZE) FOR CUTTING

ABSTRACT - The present work had as aim to develop methodology for the vegetative propagation of jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) by the technique of cutting by evaluating: 1) the survival and productive capacity of the strains in successive collections of garden cuttings in clonal, 2) survival, rooting, height, vigor and root biomass and leaf cuttings depending of the application of different dosages of growth regulator (IBA) and type of cutting used. The clonal garden consisted of plants derived from seedlings of seminal material with a density of 9 plants per m² established in soil. Evaluations were made on rooting in two period of the year, in a greenhouse (at 120 days) in the shade (at 140 days) and in full sun (at 170 days). The application of IBA did not have major effects in the majority of the evaluated characteristics; however, as for the type of cutting, the apexes were those who presented great values for the studied characteristics. The survival of strains was 100% and production of shoots showed a rising trend in successive collections. It is concluded that the vegetative propagation of jequitibá-rosa by cutting technique is feasible, especially when using apical cuttings and IBA application showed no significant effects indicating their use in propagation by cuttings jequitibá-rosa.

Key words: growth regulator, rooting of cutting, propagation of plants.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui diversidade de espécies florestais com grande potencial produtivo; no entanto, há carência de informações sobre os aspectos de propagação vegetativa dessas espécies que limita a disponibilidade de mudas no mercado, assim como no desenvolvimento de plantios comerciais. Atualmente, é reconhecida a necessidade de maior número de dados e informações sobre as espécies de importância econômica e ecológica, para atender as exigências do mercado consumidor de madeiras e outros produtos florestais e abastecer os programas de restauração ecológica. A ampliação do conhecimento sobre a produção de mudas florestais com qualidade, quantidade e diversidade, suficiente para o estabelecimento de povoamentos com espécies nativas para diversas finalidades, constitui fator fundamental para o desenvolvimento da silvicultura de espécies nativas no Brasil.

A espécie *Cariniana estrellensis*, vulgarmente conhecida como jequitibá-rosa, pertencente à família Lecythidaceae, é uma árvore heliófita, característica da floresta latifoliada semidecídua, comumente com 30 a 50 m de altura e 70 a 100 cm de diâmetro. É localizada nos Estados do Espírito Santo, do Rio de Janeiro, de Minas Gerais, de São Paulo e do Mato Grosso do Sul, tanto na floresta pluvial atlântica como na latifoliada semidecídua da bacia do Paraná (LORENZI, 2002). Ocorre nas baixadas e encostas úmidas, sendo encontrada em pequenos grupos, no estrato superior da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), na formação Baixo-Montana e na Floresta Estacional Semidecidual. O jequitibá-rosa possui tolerância moderada à luz direta, durante os primeiros anos, e o seu crescimento varia de moderado a rápido (CARVALHO, 1994).

Atualmente a propagação de jequitibá-rosa no Brasil é feita por sementes, situação que limita a disponibilidade de suas mudas e o desenvolvimento de seus povoamentos. A propagação vegetativa surge como alternativa viável para a produção de mudas dessa espécie, o que permite a implantação de povoamentos comerciais ou para outros fins. A utilização da propagação vegetativa com espécies florestais, associada a programas de melhoramento, tem como finalidades acelerar o crescimento, aumentar a produtividade e gerar madeira de qualidade e homogênea, pela multiplicação de plantas selecionadas (ALFENAS et al., 2004).

Dentre os métodos de propagação vegetativa, a estaquia constitui uma das técnicas, cujos princípios já são bem conhecidos para as espécies de *Eucalyptus*, sendo amplamente adotada na clonagem de árvores, o que permitiu o desenvolvimento da silvicultura clonal de

forma intensiva em diversas partes do mundo (XAVIER et al., 2009). Essa técnica é uma das que se tem maior domínio e conhecimento científico, representando um dos maiores avanços tecnológicos na área florestal (ASSIS, 1997). Antes do surgimento das técnicas de miniestaquia e microestaquia, a estaquia foi uma das que proporcionou maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais, pela multiplicação de genótipos selecionados, em curto período de tempo (PAIVA e GOMES, 2005).

Para as espécies nativas brasileiras, há pouca informação sobre o uso da propagação por estaquia, que permita uma produção comercial. Recentemente, estudos têm indicado que a multiplicação vegetativa por miniestaquia, a partir de material juvenil de origem seminal, é tecnicamente viável para algumas espécies florestais nativas, como cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), entre outras, tornando-se uma alternativa para a produção de mudas durante todo ano, sobretudo nas situações em que a semente é insumo limitante (XAVIER et al., 2009).

Alguns estudos mostraram que a propagação vegetativa para algumas espécies nativas é viável, Rocha (2002), por exemplo, avaliou a técnica de enxertia em *Cariniana legalis*, obtendo-se 45% de sobrevivência dos enxertos aos 90 dias de idade, em que foram utilizadas mudas propagadas por sementes, com seis meses de idade, como porta-enxerto, e propágulos coletados da árvore matriz de interesse como enxertos. Santos (2002), utilizando a técnica de miniestaquia, observou que a aplicação dos reguladores de crescimento AIB e ANA influenciam significativamente no enraizamento das miniestacas de jequitibá-rosa, com obtenção de 60% de enraizamento, quando foi aplicado o ANA, com uma concentração de 4.000 mg L⁻¹, enquanto com o AIB, o enraizamento das miniestacas, de modo geral, foi de 47,9% .

A carência de estudos sobre a propagação vegetativa com jequitibá-rosa, bem como a importância que tem a espécie no contexto florestal no Brasil e o conhecimento sobre novos sistemas de produção de espécies nativas em geral, justifica o desenvolvimento de estudos que permitam gerar informações sobre a propagação dessa espécie. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi o de um protocolo de propagação vegetativa de jequitibá-rosa, pela técnica de estaquia, em razão da aplicação de diferentes dosagens do regulador de crescimento ácido indolbutírico (AIB) e do tipo de estaca utilizado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no viveiro de pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, durante o ano de 2010. O município de Viçosa localiza-se na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, à 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 Köeppem, 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 de 14 °C (ROCHA e FIALHO, 2010).

2.1. Formação do jardim clonal

As mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), utilizadas no experimento, foram obtidas a partir de sementes coletadas em árvores matrizes localizadas na região de Viçosa-MG. Essas, ao atingirem uma altura de 30 cm aproximadamente, foram transplantadas em canteiros a pleno sol, numa densidade de nove mudas por metro quadrado, para formação do jardim clonal (Figura 1) e posterior coleta de brotações para confecção das estacas. Foi realizada uma 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/m² de sulfato de amônio, 50 g/m² de superfosfato simples e 50 g/m² de cloreto de potássio. Os tratos culturais das cepas constituíram-se de irrigações diárias (duas vezes por dia), podas seletivas de manutenção e coleta das estacas necessárias à experimentação. As cepas, com altura em torno de 40 cm, foram conduzidas para obtenção de multibrotações, destinadas ao fornecimento de estacas para os experimentos de enraizamento.

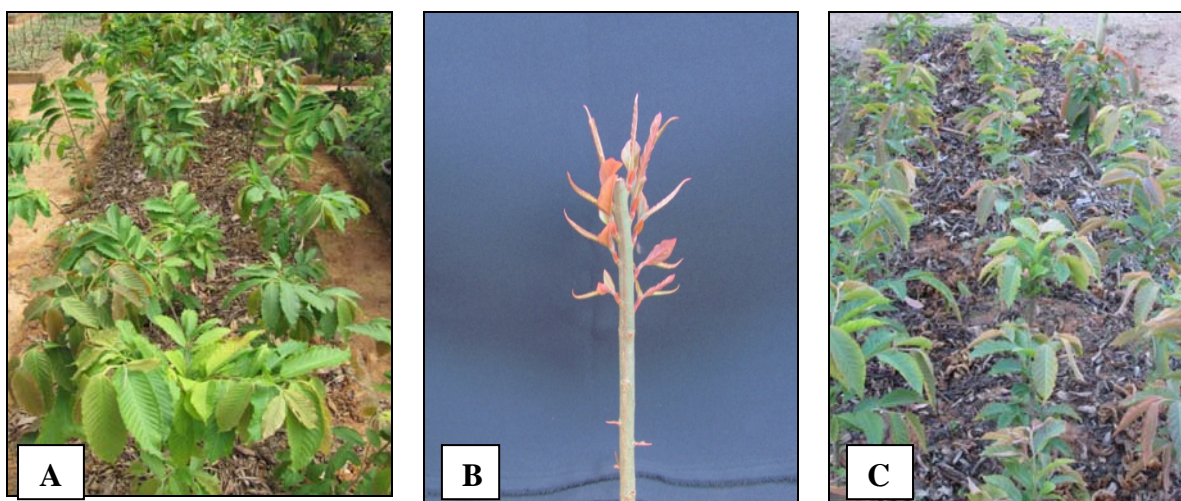


Figura 1- Detalhes do jardim clonal de jequitibá-rosa. Mudas em fase inicial de estabelecimento (A), cepa em fase inicial de brotações (B) e cepas com brotações em ponto de coleta de estacas (C).

A primeira coleta das estacas foi feita após 30 dias da decepa, quando essas apresentavam tamanho suficiente, em função dos diferentes tipos de estacas 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 da produção de estacas/cepa/coleta, assim como a quantificação da sobrevivência das cepas.

2.2. Preparo das estacas para enraizamento

A partir das brotações das cepas, as estacas apicais foram preparadas com dimensões em torno de 15 cm de tamanho e as intermediárias 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 irrigação por meio de pulverizador manual, em intervalos de tempo inferiores a 10 minutos até a etapa de estaqueamento. O período compreendido entre a coleta das estacas, seu preparo e posterior estaqueamento foi sempre inferior a 15 minutos.

Para o enraizamento, foram utilizados, como recipiente, tubete de plástico rígido cônico de 12 cm de comprimento e 55 cm³ de capacidade e, como substrato, composto orgânico (MecPlant[®]), acrescentando superfosfato simples (8 kg/m³) e Osmocot[®] 19-6-10, (3kg/m³). As estacas foram dispostas no substrato, com atenção à centralização, retidão, profundidade (2 cm) e firmeza.

2.3. Estabelecimento e condução dos experimentos

Foram estabelecidos dois experimentos em diferentes épocas do ano, sendo o primeiro conduzido durante os meses de maio até outubro de 2010, denominado “E1” e o segundo, no mês de agosto de 2010 até janeiro de 2011, denominado “E2”. Os tratamentos foram testados com três dosagens de ácido indolbutírico (AIB): 0; 2.000 e 6.000 mg L⁻¹, via líquida. O AIB foi preparado dissolvendo em hidróxido de sódio (NaOH) e diluído em água destilada. A aplicação do AIB preparado foi submergindo à base da estaca, durante 10 segundos.

O processo de enraizamento das estacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada, monitorando as condições do ambiente, visando obtenção da temperatura em torno de 28 °C e umidade relativa do ar acima de 80%. Quanto à luminosidade no interior da casa de vegetação, essa foi reduzida em 50% da luz natural, pelo uso de sombrite na parte superior da estrutura. O controle de fungos patogênicos e 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.

Após o período de enraizamento em casa de vegetação, as estacas foram aclimatadas por 20 dias em casa de sombra (sombrite de 50%), seguindo posteriormente para uma área em pleno sol por mais 30 dias. Na saída da casa de vegetação (aos 120 dias), após o estaqueamento, foram realizadas as avaliações de sobrevivência, enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete) e vigor das estacas. Em casa de sombra (140 dias) e pleno sol (170 dias), foram realizadas 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 uma escala de notas, em que: 1= Ruim: estacas vivas sem crescimento de brotações axilares; 2= Médio: estacas com brotações até 2 cm; 3= Bom: estacas com brotações entre 2 e 4 cm e 4= Excelente: estacas com brotações superiores a 4 cm.

Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos casualizados (DBC), utilizando para o primeiro experimento (E1) quatro repetições com oito mudas por parcela e tipo de estaca (apical e intermediária); para o segundo (E2), utilizaram-se três repetições com 16 mudas por parcela e tipo de estaca (apical e intermediária).

2.4. Velocidade de enraizamento das estacas

As avaliações de velocidade de enraizamento das estacas foram feitas a cada 20 dias a partir do 30º dia do estaqueamento até o 90º dia; durante este período, essas permaneceram em casa de vegetação. Conforme metodologia definida por Melo (2009), foram quantificadas, nas datas de avaliação, a porcentagem de estacas com calo e enraizadas. Consideraram-se estacas enraizadas aquelas que apresentaram raízes maiores ou iguais a 0,5 cm de comprimento.

Foram estabelecidos dois experimentos, um sem aplicação do ácido indolbutírico (AIB) e outro com uso de 6.000 mg L⁻¹ de AIB, utilizando em ambos os experimentos dois tipos de estacas (apical e intermediária). Os experimentos foram conduzidos, utilizando um delineamento de blocos ao acaso, constituído por três repetições, compostas por 40 indivíduos por parcela e tipo de estaca (apicais e intermediárias). Para cada data de avaliação, foram avaliadas, por tipo de estaca, 10 mudas por parcela. Os dados obtidos referentes à porcentagem de estacas com calos foram utilizados para o ajuste da melhor função que representasse a distribuição dos dados. Já os da porcentagem de estacas enraizadas foram usados para o ajuste da função logística $Y = \alpha (1 + \beta e^{-\gamma T})^{-1}$, em que Y = porcentagem de enraizamento e T = número de dias após o estaqueamento.

Conforme a metodologia descrita por Ferreira et al. (2004) e de posse da equação matemática obtida com dados de porcentual de enraizamento para cada tipo de estaca, utilizando o programa CurveExpert 1.4, foi determinado o potencial máximo de enraizamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Produção e sobrevivência das cepas

Obtiveram-se 100% de sobrevivência das cepas, durante o período da experimentação (fevereiro 2010 até dezembro 2010), evidenciando a sustentabilidade do sistema de jardim clonal, além da eficiência dos tratos culturais aplicados. O número médio de estacas/cepa/coleta aumentou gradativamente nas sucessivas coletas, tendo na primeira coleta média 2,1 estacas/cepa e, na quarta, a produção de cinco estacas/cepa (Tabela 1). Esse aumento gradativo pode ser explicado pelo fato de que, após a primeira coleta, com a

quebra da dominância, houve estímulo à brotação das cepas, e variações das condições climáticas (temperatura, precipitação e insolação), em razão das mudanças das estações do ano (Anexo A). Porém, outro aspecto a considerar é o tempo que transcorreu entre as coletas, fator que também pode influenciar na produção de estacas. Esses resultados indicam o potencial do jequitibá-rosa, quanto à regeneração vegetativa das cepas, em função das sucessivas coletas das estacas, permitindo a adoção da estaquia como alternativa potencial na propagação dessa espécie. Além disso, a técnica adotada permite um planejamento mais adequado, visando atender à determinada demanda, nas diferentes épocas do ano, estruturas e condições ambientais variadas (XAVIER et al., 2003).

A produção por m² variou de 20 estacas/m², na primeira coleta, até 38 estacas/m², na quarta, indicando a capacidade regenerativa de jequitibá-rosa e a possibilidade de adoção da estaquia como alternativa potencial na propagação dessa espécie.

Tabela 1- Sobrevivência e número médio de estacas por cepa e por m² de jequitibá-rosa, em cada coleta, em jardim clonal.

Coleta	Dia/Mês	Sobrevivência da cepa (%)	Média de estacas/cepa	Estacas/m ²
1	04/março	100	2,1 (0,90)	20
2	29/abril	100	3,2 (0,69)	25
3	08/agosto	100	4,8 (1,16)	36
4	16/outubro	100	5,0 (0,90)	38

*Valores entre parêntesis indicam desvio-padrão.

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

No primeiro experimento, foram obtidos 100% de sobrevivência das estacas (apical e intermediária) em todos os tratamentos, nas avaliações na saída da casa de vegetação, indicando que as condições ambientais foram favoráveis, aliado ao alto grau de juvenildade dos propágulos vegetativos. No caso do experimento dois, as porcentagens de sobrevivência variaram entre 87% e 98%, nos diferentes tratamentos e tipos de estacas (apical e intermediária); possivelmente, essa menor sobrevivência, deve-se ao fato de uma maior temperatura relacionada com a época do ano em que o experimento foi conduzido, provocando desidratação e posterior morte de algumas das estacas (Figura 2A).

Observou-se que houve tendência predominante na sobrevivência entre os dois tipos de estacas utilizados nos experimentos, mostrando porcentagens relativamente altas nos

dois casos. Esses resultados concordam com os obtidos por Santos (2002) e Gatti (2002), os quais, trabalhando com a espécie *Cariniana estrellensis*, utilizando a técnica de miniestaquia, obtiveram porcentagens de sobrevivência superiores a 90%, mostrando o potencial de propagação vegetativa de jequitibá-rosa, em virtude da alta sobrevivência em casa de vegetação, em condições de umidade e temperatura relativamente controladas, além das características do substrato utilizado para o enraizamento.

Quanto ao enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete) das estacas, os valores dos dois experimentos mostraram tendência semelhante entre os tratamentos e tipos de estacas, exceto nas intermediárias do experimento E1, em que o enraizamento teve decréscimo (32%) com a aplicação de 6.000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 2B). De modo geral, a tendência nos dois experimentos mostrou maiores porcentagens de enraizamento nas estacas sem aplicação de AIB, seguidas pelas que se aplicaram 6.000 mg L⁻¹ de AIB; no caso das estacas onde se utilizaram 2.000 mg L⁻¹, como tratamento, os valores de enraizamento apresentaram decréscimo em relação aos outros dois tratamentos, exceto nas estacas intermediárias do experimento E1, em que se evidenciou pequeno aumento na porcentagem de enraizamento.

Os resultados de vigor das estacas, na saída de casa vegetação, mostraram valores semelhantes entre os tipos de estacas, com tendência geral de redução desse vigor com as dosagens de AIB, exceto para as estacas intermediárias do experimento E1, que evidenciaram maior vigor (Figura 2C).

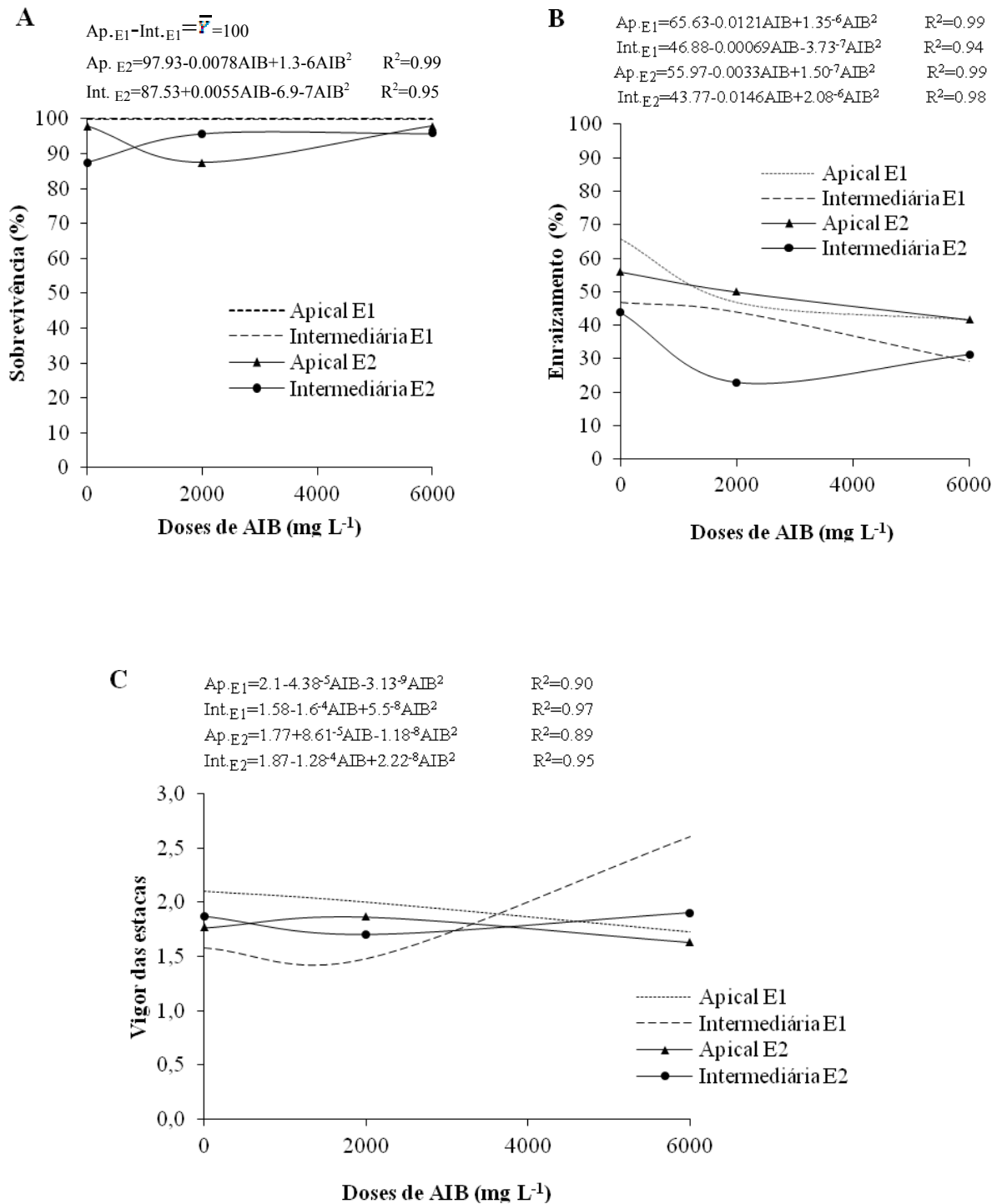


Figura 2- Sobrevivência (A), enraizamento (B) e vigor (C) das estacas de jequitibá-rosa, em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB), tipo de estaca (apical e intermediária) e época de ano (E1, E2) em casa de vegetação, aos 120 dias após o estaqueamento.

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

Os resultados dos dois experimentos, na saída de casa de sombra, não mostraram grandes diferenças; porém, houve diminuição dos valores médios das características avaliadas no segundo experimento, que pode ser atribuída, em parte, às mudanças das condições ambientais por causa da época do ano.

As estacas do experimento E1 apresentaram 100% de sobrevivência aos 140 dias, em casa de sombra, enquanto no experimento E2, os resultados mostraram valores inferiores. (Figura 3A). O resultado, em casa de sombra, no experimento E2, provavelmente, deve-se às mudanças das condições ambientais, início de verão, quando as condições de temperatura e luminosidade variam significativamente (Anexo A), sendo diferente da época em que se avaliou o experimento E1 (ao final de inverno), o que pode ter influenciado na sobrevivência das estacas.

Quanto ao enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete), de modo geral, a tendência foi aumentar as porcentagens entre os diferentes tratamentos e tipos de estacas nos dois experimentos. Os resultados mostraram superioridade nos níveis de enraizamento do experimento E1, em relação aos do experimento E2 (Figura 3B).

As estacas apicais, independentemente do tratamento e dos experimentos (época de ano), mostraram maior enraizamento em relação às intermediárias, indicando a importância desse tipo de estacas para a propagação vegetativa de jequitibá-rosa, em virtude da alta sobrevivência e do maior enraizamento em casa de vegetação e sombra.

No experimento E1, os valores de vigor das estacas (apicais e intermediárias) foram maiores em relação ao experimento E2, onde as apicais mostraram maior vigor com relação às intermediárias. Em geral, o vigor das estacas foi considerado como médio (2), exceto para as estacas intermediárias no experimento E1, do tratamento com 6.000 mg L⁻¹ de AIB, que apresentaram um valor de 3, considerado como “bom” (Figura 3C). Com relação à altura, as estacas apicais apresentaram maiores valores médios em comparação às intermediárias, independentemente do tratamento e dos experimentos, mostrando maior altura no experimento E2. Quanto às estacas intermediárias, os maiores valores, em altura, para os dois experimentos não apresentaram uma tendência que permita deduzir que algum dos tratamentos influenciou significativamente a altura das mudas (Figura 3D).

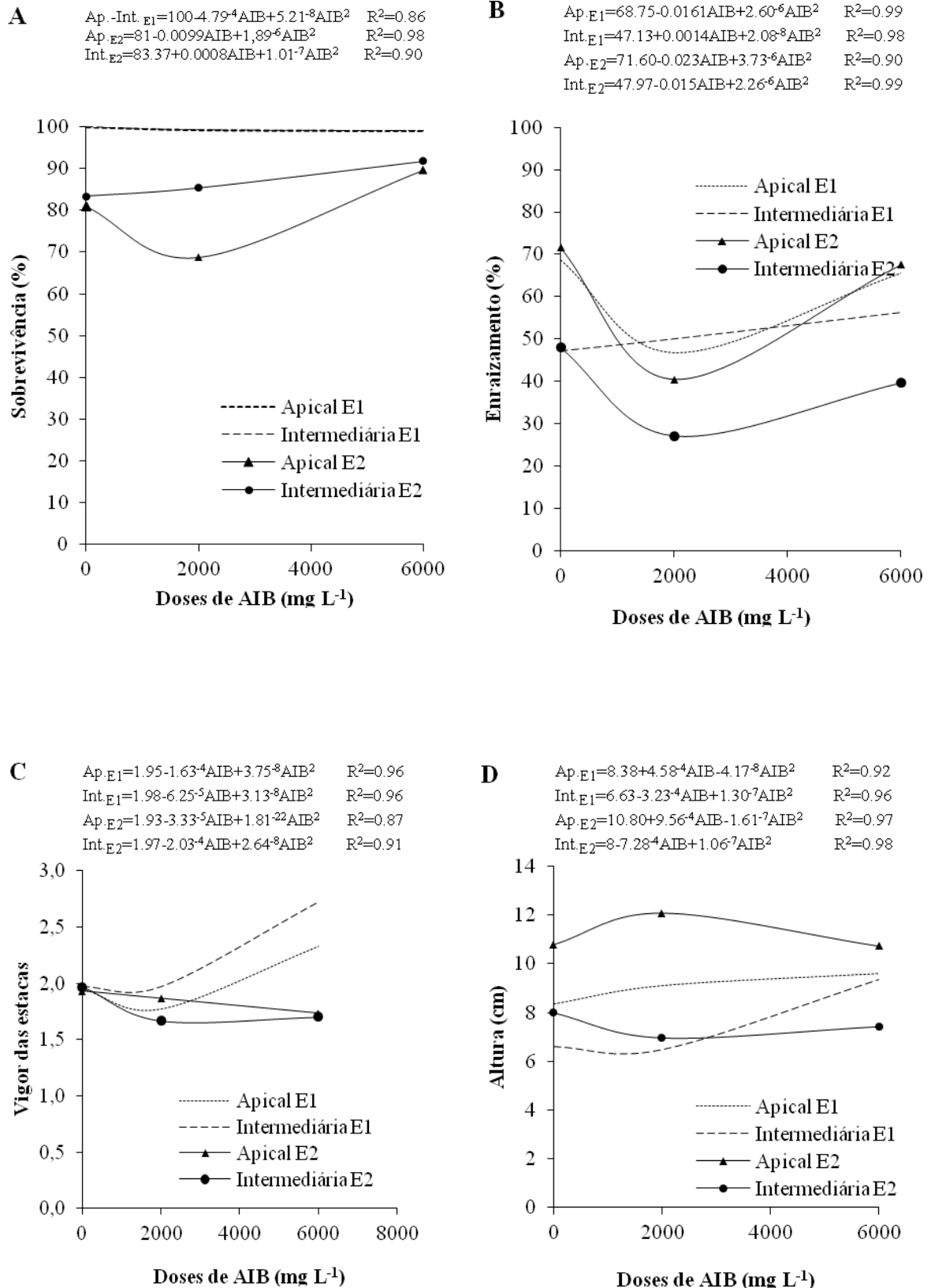


Figura 3- Sobrevivência (A), enraizamento (B), vigor (C) e altura (D) das mudas de jequitibá-rosa, em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB), tipo de estaca (apical e intermediária) e época de ano (E1, E2) em casa de sombra, aos 140 dias após o estaqueamento.

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

Os resultados, a pleno sol, aos 170 dias após o estaqueamento, mostraram tendência semelhante aos obtidos nas avaliações na saída da casa de sombra. Em geral, notou-se diminuição na sobrevivência nos dois tipos de estacas e nas duas épocas avaliadas, exceto para as estacas sem AIB do experimento E1, que apresentaram 100% de sobrevivência; entretanto, nesse experimento a sobrevivência, em geral, foi superior aos 94%.

No caso do experimento E2, os valores variaram entre os tratamentos e tipos de estacas, com máximo de 83,3%, para as estacas apicais, e de 89,6%, para as intermediárias, nos tratamentos sem AIB e 6.000 mg L⁻¹, respectivamente, e mínimo de 65,8%, no tratamento com 2.000 mg L⁻¹, nas estacas apicais (Figura 4A).

Observa-se, no experimento E1, para as três avaliações, que as estacas apicais e intermediárias, sem AIB, mantiveram 100% de sobrevivência até os 170 dias, após o estaqueamento, sendo as estacas com dosagem de 2.000 e 6.000 mg L⁻¹ de AIB as que mostraram menor sobrevivência em pleno sol. A diferença na sobrevivência entre os experimentos, ainda que mínima, pode estar relacionada com a época de ano em que foram avaliados, principalmente no experimento E2, onde o aumento da temperatura (Anexo A), poderia gerar perda excessiva de água, em razão do comprometimento na manutenção das folhas, das gemas e dos ramos (XAVIER et al., 2009). Houve aumento no enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete), independentemente do tipo de tratamento e da época de avaliação (E1, E2), no entanto, as maiores porcentagens ocorreram nas estacas dos tratamentos sem AIB e com 6.000 mg L⁻¹ (Figura 4B).

Quanto ao vigor, as estacas dos experimentos E1 e E2; sem AIB e com 6.000 mg L⁻¹ apresentaram vigor médio; entretanto, as estacas com o tratamento de 2.000 mg L⁻¹ de AIB, no experimento E2, mostraram vigor próximo a médio, com valores entre 1,5 e 2 (Figura 4C). No caso da altura, os resultados mostraram nos dois experimentos valores superiores das estacas apicais em relação às intermediárias, sendo as estacas com o tratamento de 6.000 mg L⁻¹ de AIB as que apresentaram maiores valores em altura, comportamento semelhante aos resultados em casa de sombra (Figura 4D).

Em geral, o tratamento com 2.000 mg L⁻¹ foi o que mostrou menores valores médios nas características avaliadas. As diferenças, em relação aos efeitos das dosagens de AIB

podem ser explicadas pelo fato de tratar-se de material juvenil, oriundo de plantas produzidas por sementes, onde o balanço hormonal interno mostra-se favorável para o enraizamento, ocasionando resposta pouco expressiva às aplicações de regulador de crescimento (SOUZA JUNIOR et al., 2008).

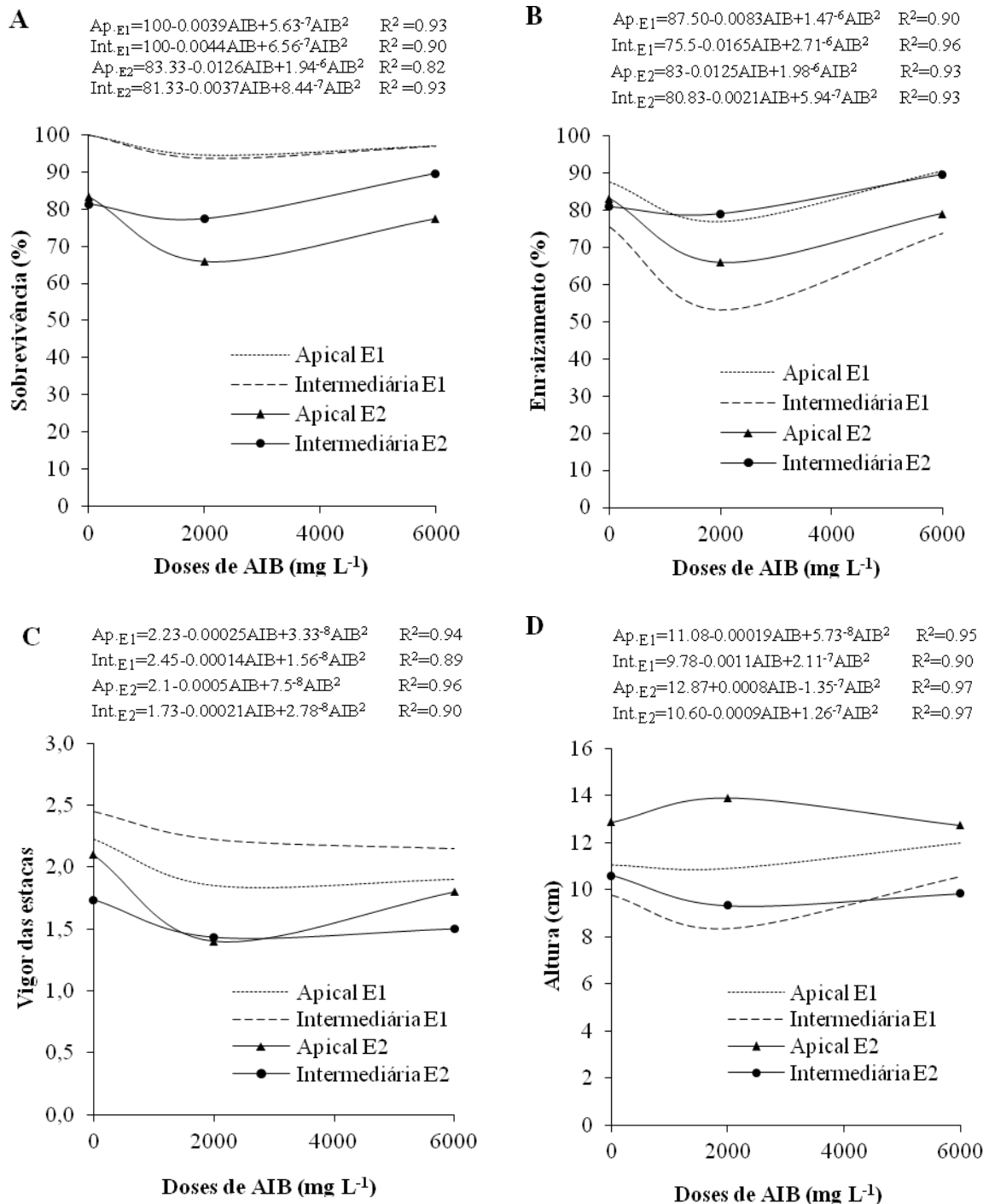


Figura 4- Sobrevivência (A), enraizamento (B), vigor (C) e altura (D) das mudas de jequitibá-rosa, em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB), tipo de estaca (apical e intermediária) e época de ano (E1, E2) em pleno sol, aos 170 dias após o estaqueamento.

Segundo Xavier et al. (2009), os ganhos advindos da aplicação dos reguladores de crescimento têm sido mais frequentes em materiais com maior dificuldade de enraizamento, seja por questões genéticas ou em razão do estágio de maturação dos propágulos. De acordo com Hartmann et al. (2002), quando a auxina é aplicada em estacas, ocorre aumento da sua concentração, produzindo efeito estimulador de raízes até o ponto máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de seu nível se torna inibitório, requerendo mais estudos com outras concentrações de AIB, nas diferentes épocas do ano. Na figura 5, observa-se o estado de crescimento do sistema radicular e parte aérea das estacas em casa de vegetação e em pleno sol, segundo o vigor.

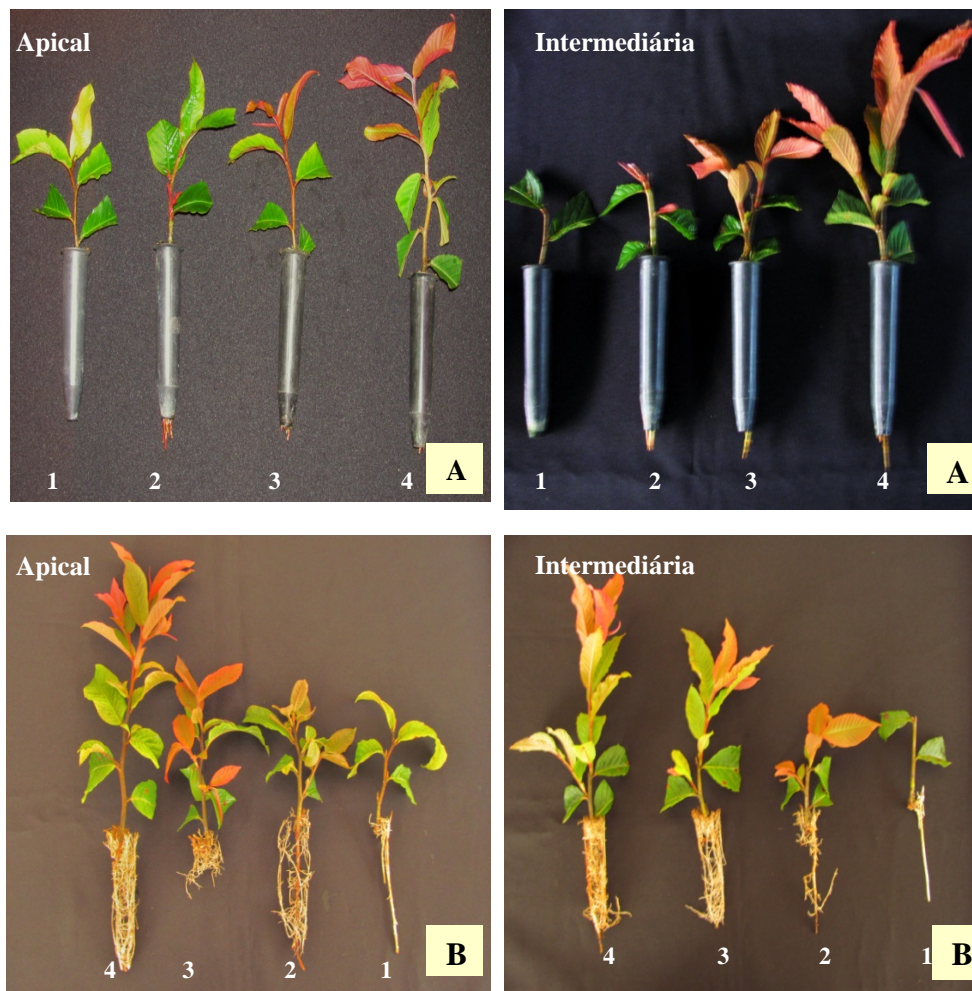


Figura 5- Detalhes do enraizamento, vigor (ruim (1), médio (2), bom (3) e excelente (4)) e crescimento das estacas apicais e intermediárias de jequitibá-rosa, na saída da casa de vegetação (A) e em pleno sol (B), aos 120 e 170 dias, respectivamente.

A concentração ótima do regulador de crescimento é variável, de acordo com a espécie e o tipo de estaca utilizado. Estudos com espécies florestais nativas, utilizando a técnica de estaquia, têm mostrado grandes variações na capacidade de enraizamento. Estacas de corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*) apresentaram variações de enraizamento de 0 a 100%, aos 60 dias, em função do tipo de estaca utilizado (CHAVES et al., 2003). Em estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), os valores médios de enraizamento foram de 15%, com uso de AIB, e 16%, usando ácido naftalenoacético (ANA), aos 120 dias (MARROQUIM et al., 2005). De acordo com Oliveira et al. (2003), para o enraizamento de estacas de pessegueiros, são necessários 2.000 mgL⁻¹ de AIB, enquanto, para estacas de acácia (*Acacia mearnsii* De Wild), concentrações inferiores a 1.000 mgL⁻¹ de AIB apresentaram melhores resultados no enraizamento (BORGES e MARTINSCORDER, 2000).

Em estudos com candeia, *Eremanthus erythropappus*, Goulart (2003) observou a inviabilidade de propagação vegetativa, por causa do baixo enraizamento, independentemente da utilização de reguladores de crescimento. Wendling e Souza Junior (2003) observaram que para miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.), a partir de material de origem seminal, é tecnicamente viável, atingindo-se valores médios de 75% de sobrevivência aos 120 dias de idade das mudas, sem a necessidade de aplicação de reguladores de crescimento para o enraizamento.

Quanto ao efeito da aplicação do regulador de crescimento AIB, na produção de biomassa da parte aérea e radicular, os resultados variaram entre as duas épocas de avaliação, sem mostrar tendência entre os tratamentos aplicados. Para os dois experimentos, as estacas apicais mostraram maiores valores de biomassa da parte aérea e radicular, em relação às intermediárias, indicando maior desenvolvimento e vigor vegetativa, possivelmente produto de um maior grau de juvenilidade (Figuras 6A e B), sendo superiores aqueles valores do experimento E1.

Analisando os dois experimentos, os resultados não mostraram tendência definida com respeito aos efeitos do AIB na produção de biomassa; no entanto, de forma geral, segundo a época do ano, verifican-se efeitos superiores nas estacas com AIB. Segundo Cleland (1995), esse fato pode ser explicado em razão da auxina facilitar o movimento de solutos para zonas de crescimento. Também Araújo et al. (2005) observaram efeito

quadrático do AIB em estacas de figueira (*Ficus carica L.*), refletido pelo número de folhas produzidas e pela produção de raízes.

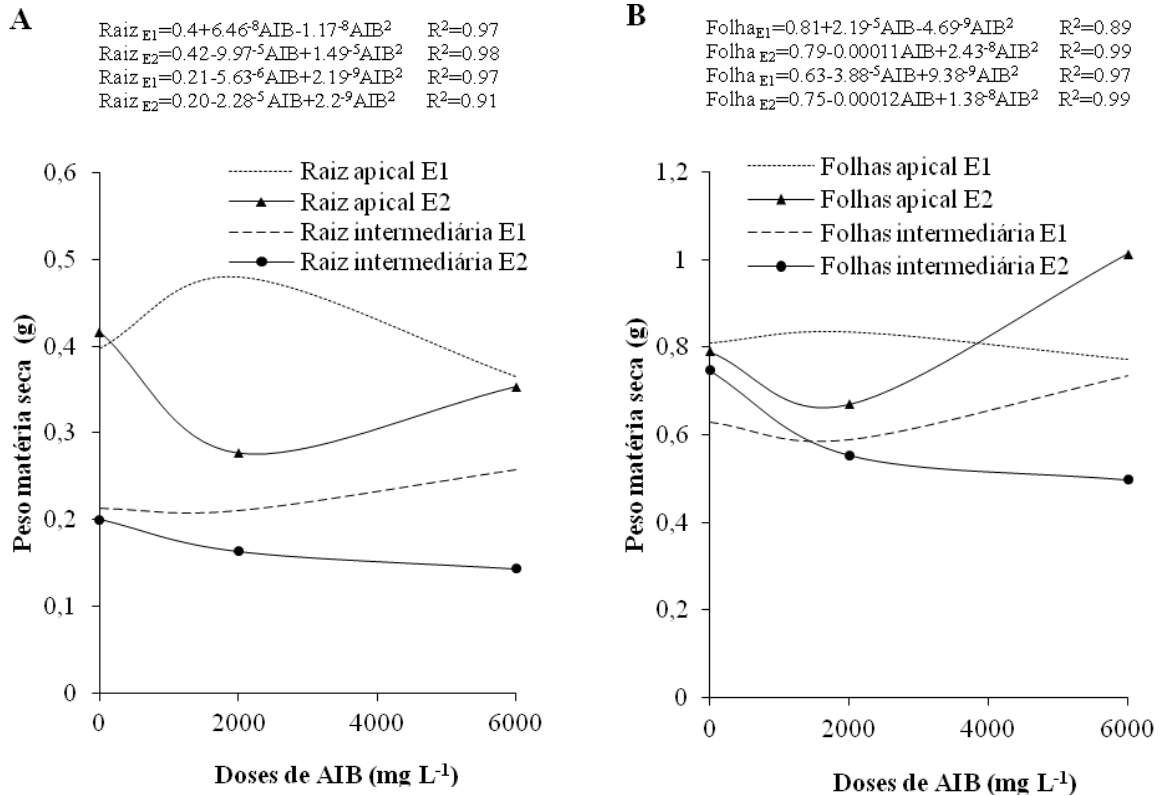


Figura 6- Peso de massa seca do sistema radicular (A) e parte aérea (B) das mudas de jequitibá-rosa, em função da aplicação de ácido indolbutírico (AIB), tipo de estaca (apical e intermediária) e época de ano (E1, E2) aos 170 dias após o estaqueamento.

3.5. Velocidade de enraizamento das estacas

As porcentagens de calo nas estacas apicais e intermediárias, com 6.000 mg L⁻¹ de AIB e para as sem AIB foram ajustadas aos modelos que melhor representaram sua distribuição. Os resultados indicam maior presença de calo nas estacas intermediárias em relação às apicais, durante o período de avaliação. Aos 30 dias após o estaqueamento, as intermediárias apresentaram 95% e 100% de calo com e sem AIB, respectivamente. No caso das estacas apicais, a porcentagem de calo, no mesmo tempo, foi de 37% e 52% para as estacas com e sem aplicação de AIB, respectivamente (Figuras 7A e B).

Para os dois tipos de estacas, a porcentagem de calos apresenta comportamento descendente no tempo, com e sem AIB, justificado pelo fato de que a porcentagem de enraizamento aumenta, diminuindo a quantidade de estacas com presença de calo (Figuras 7A e B).

A $Ap. = -0.60 + 3.42 * T + 0.09 * T^2 + 0.0006 * T^3$ $R^2 = 0.95$
 $Int. = 25.53 / (1 - 4.43 \exp(-0.599 * T))$ $R^2 = 0.96$

B $Ap. = 0.11 + 4 * T - 0.093 * T^2 + 0.0006 * T^3$ $R^2 = 0.99$
 $Int. = 0.12 + 1.83 * T - 0.05 * T^2 + 0.0012 * T^3$ $R^2 = 0.98$

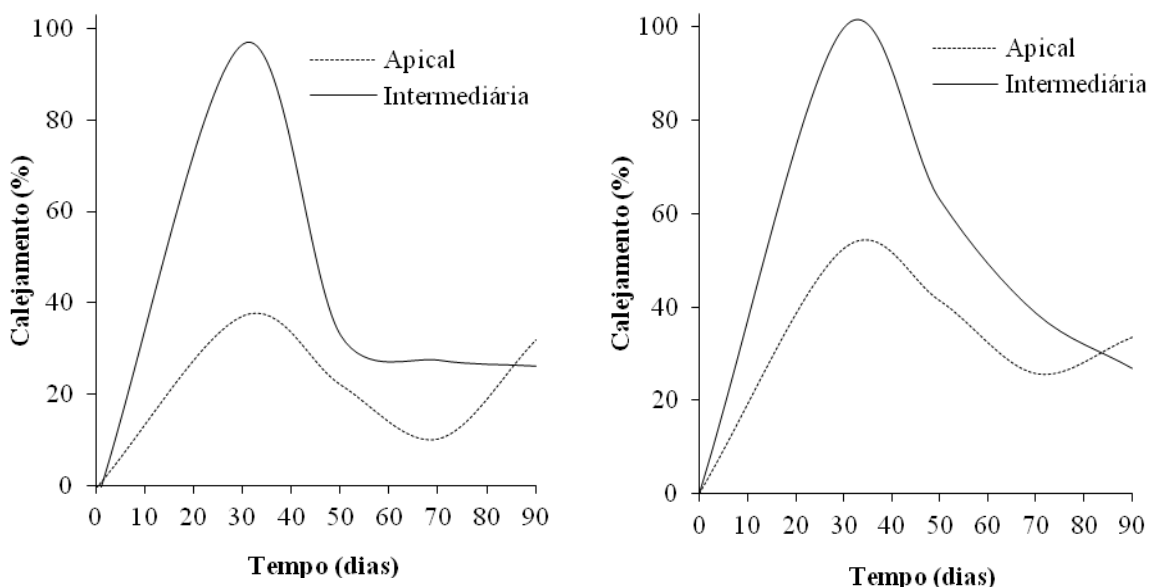
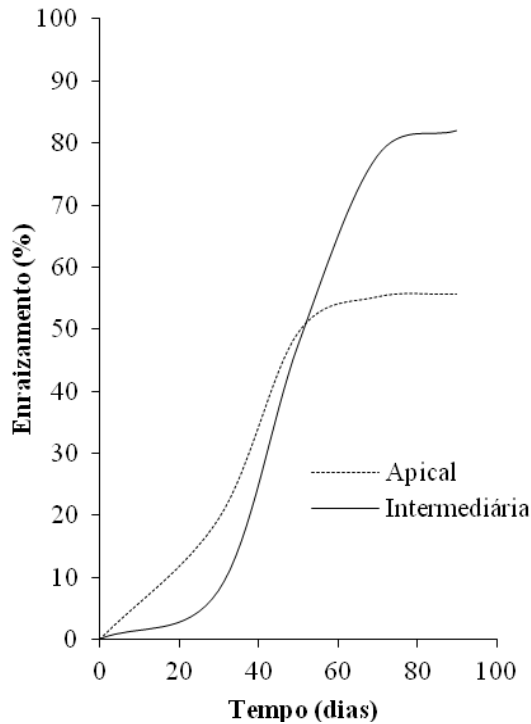


Figura 7- Porcentagem de calejamento das estacas de jequitibá-rosa, com aplicação de 6.000 mg L⁻¹ de AIB (A) e sem AIB (B) em função do tipo de estaca (apical e intermediária) e tempo após o estaqueamento.

Com relação ao enraizamento até aos 50 dias após o estaqueamento, as estacas apicais enraizaram-se mais rápido, atingindo 50% de enraizamento para as estacas com aplicação de AIB (6.000 mg L⁻¹) e 40% para as estacas sem aplicação de AIB (Figuras 8A e B). A Figura 9 é apresentada a sequência do enraizamento das estacas apicais e intermediárias, com aplicação de AIB, durante o período de avaliação (Figura 9).

A partir dos 50 dias, o enraizamento entre os tipos de estaca com aplicação de AIB é muito semelhante, momento em que as estacas intermediárias mostraram acréscimo nas porcentagens de enraizamento, apresentando 82%, aos 90 dias, em contraste com as apicais, que apresentaram 56%. As estacas sem AIB apresentaram comportamento diferente entre os tipos de estacas, com relação aos resultados do experimento com regulador de crescimento, onde mostrou-se superioridade das estacas apicais em relação às intermediárias, atingindo um ponto máximo, de acordo com a estimação do modelo de regressão aos 75 dias, com 76,8% de enraizamento. Já aos 90 dias após o estaqueamento, as intermediárias apresentaram acréscimo, mostrando maior porcentagem de enraizamento que as apicais.

A Ap.=55.65/(1+104.49*exp(-0.13*T)) R²=0.77
 Int.=82.35/(1+441.61*exp(-0.13*T)) R²=0.92



B Ap.=1/(0.11-0.0025*T+0.000016*T²) R²=0.72
 Int.=94.06/(1+72.47*exp(-0.066*T)) R²=0.66

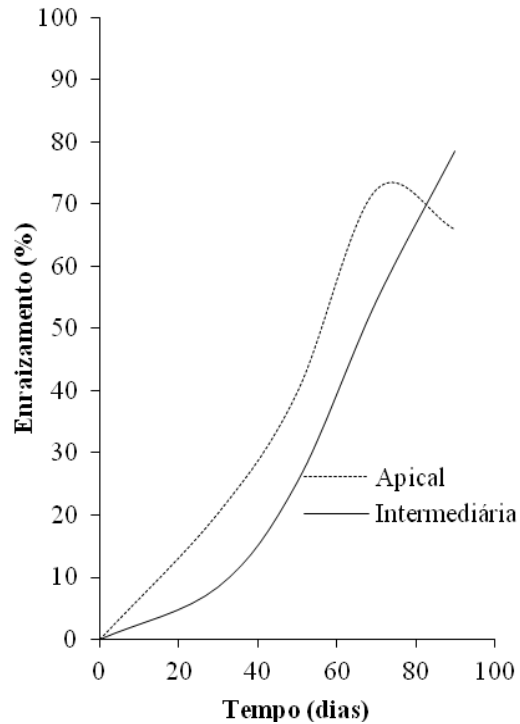


Figura 8- Porcentagem de enraizamento das estacas de jequitibá-rosa, com aplicação de 6.000 mg L⁻¹ de AIB (A) e sem AIB (B) em função do tipo de estaca (apical e intermediária) e tempo após o estaqueamento.

A aplicação de AIB favoreceu o enraizamento das estacas intermediárias e o inibiu nas apicais, mostrando maiores porcentagens de enraizamento nas estacas sem aplicação de AIB, antes dos 70 dias, após o estaqueamento. O conhecimento sobre a velocidade de enraizamento das estacas determina sua permanência em casa de vegetação, o que pode influenciar sobre outros aspectos advindos à propagação vegetativa, no caso do jequitibá-rosa.

Segundo Ferreira et al. (2004), o ajuste de modelos que expressam o enraizamento de diferentes propágulos pode minimizar os custos, em virtude da otimização da utilização das instalações e da redução das perdas por doenças, uma vez que não será preciso a permanência dos propágulos, sob condições favoráveis à incidência de doenças por tempo, além daquele requerido para iniciar o processo rizogênico.

ESTACA APICAL



ESTACA INTERMEDIÁRIA

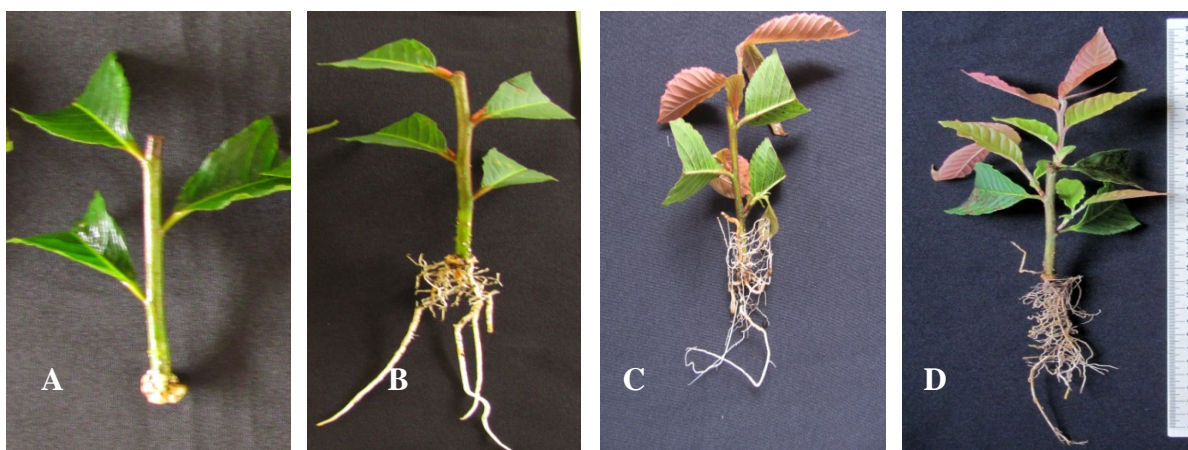


Figura 9- Detalhe da seqüência do enraizamento das estacas apicais e intermediárias de jequitibá-rosa, com aplicação de 6.000 mg L^{-1} de AIB aos 30 (A), 50 (B), 70 (C) e 90 (D) dias após estaqueamento.

Os resultados obtidos podem variar por causa das condições ambientais, como época do ano, temperatura, umidade, assim como o tipo de propágulo utilizado e o estado morfofisiológico. Segundo Pio et al. (2003), vários fatores podem influenciar o enraizamento das estacas, tanto intrínsecos, relacionados à própria planta, quanto extrínsecos, ligados às condições ambientais; mesmo assim, a dificuldade no enraizamento de estacas de algumas espécies pode ser superada se fornecidas as condições ótimas para o enraizamento.

4. CONCLUSÕES

- Considerando as condições em que o experimento foi conduzido, é tecnicamente viável a propagação vegetativa do jequitibá-rosa, por enraizamento, de estacas provenientes de cepas de material de origem seminal.
- O ácido indolbutírico (AIB) teve pouca influência na propagação do jequitibá-rosa por estaquia. A concentração de 6.000 mg L⁻¹ mostrou maior velocidade e porcentagem de enraizamento nas estacas intermediárias; entretanto, para as apicais, a aplicação de AIB não é necessário.
- As estacas apicais apresentaram maior potencial de enraizamento, em relação às intermediárias.
- A época do ano influenciou na propagação vegetativa do jequitibá-rosa, mostrando, de forma geral, valores médios superiores nas características avaliadas aos obtidos no período de maio a outubro.
- As cepas apresentaram 100% de sobrevivência, com tolerância a sucessivas coletas de estacas e com produção crescente de brotações no tempo, mostrando a capacidade regenerativa da espécie.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG:Imprensa Universitária, UFV, 2004. 442 p.

ARAÚJO, J. P. C. et al. Propagação da figueira por estaquia tratadas com AIB. **Bioscience Journal**, v.21, n.2, p.59-63, 2005.

ASSIS, T. F. Propagação vegetativa de Eucalyptus por microestaquia. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OS EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: Embrapa, 1997.v. 1. P. 300-304.

BORGES, N. J.; MARTINS-CORDER, M. P. Efeito do ácido indolbúrico no enraizamento de estacas de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild) In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6., **Anais...** Porto Seguro, 2000. p. 109.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira.** Colombo: EMBRAPA – CNPF, Brasília: EMBRAPA – SPI, p. 407 - 409, 1994.

CHAVES, C. R. M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de 5 tipos de estacas caulinares de corticeira-do-banhado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 9., 2003. **Anais...**Campinas, 2003. v. 15, p. 135.

CLELAND, R. E. Auxin and cell elongation. In: P. J. DAVIES (ed.). **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology.** 2.ed. New York: 1995. p.214-227.

FERREIRA, E. M.; ALFENAS, A.C.; MAFIA, R. G.; LEITE, H. G.; SARTÓRIO, R. C.; PENCHEL FILHO, R. M. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.2, p.183-187, 2004.

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.

GOULART, P. B. **Desenvolvimento de metodologia para enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish).** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2003. 32p.

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.

MELO, L. A. **Armazenamento, aplicação de antioxidantes e otimização do tempo em casa de vegetação no enraizamento de miniestacas de híbridos de *Eucalyptus grandis*** 2009. 58f. . Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** 4 ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, v.1, 2002. 368 p.

OLIVEIRA, A. P.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p.282-285, ago. 2003.

PAIVA, N. H.; GOMES, J. M. 2005. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2005. 46p. (Cadernos didáticos, 83).

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

ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Belo Horizonte: Instituto Estadual Florestal Sustentável IEF/MG, 2002.173p.

ROCHA, V. M.; FIALHO, E. S. Uso da terra e suas implicações na variação termohigrométrica ao longo de um transecto campo-cidade no município de Viçosa-MG. **Revista de Ciências Humanas**. vol. 10, n.1, p.64-77, 2010.

SANTOS G. **Miniestaquia na clonagem de jequitibá, mogno, cedro e canjerana**. 70 f. 2002. Monografia (Graduação)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

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

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.

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) Macbr.) POR ESTAQUIA

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi o de desenvolver uma metodologia para a propagação vegetativa do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), por meio da técnica de estaquia, avaliando a sobrevivência e capacidade produtiva das cepas em coletas sucessivas de estacas em jardim clonal e a sobrevivência, o enraizamento, a altura, o vigor e a biomassa radicular e foliar das estacas, em função da aplicação de diferentes dosagens (0, 2.000 e 6.000 mg L⁻¹) 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). Os melhores resultados foram evidenciados com as estacas apicais, utilizando o composto orgânico como substrato; no entanto, para as intermediárias e basais, a aplicação de AIB, na concentração de 6.000 mg L⁻¹ 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, é tecnicamente viável, principalmente quando se utilizam estacas apicais ou intermediárias e basais, aplicando 6.000 mg L⁻¹ de AIB e composto orgânico como substrato.

Palavras-chave: enraizamento, propagação de plantas, clonagem.

**PROPAGATION VEGETATIVE OF PAU-JACARÉ (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.)
Macbr.) FOR CUTTING**

ABSTRACT- The present work had as aim develop methodology for the propagation of the pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) by the technique of cutting, evaluating: 1) the survival and productive capacity of the strains in successive collections of cuttings of clonal garden, 2) survival, rooting, height, vigor and root biomass and leaf cuttings depending on the application of different dosages of growth regulator IBA (IBA), substrate (vermiculite and compost organic (Mecplant ®) and type of cutting (apical, intermediate and basal). The best results showed with the cuttings apical, 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⁻¹ 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. Concludes that the propagation vegetative of the pau-jacaré by cuttings technique with propagating material of cuttings from seedlings produced by seed is technically feasible, especially using apical cuttings, or, intermediaries and bases cuttings applying 6.000 mg L⁻¹ of IBA and using compost organic as substrate.

Key words: rooting, propagation of plants, cloning.

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 até o de 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 $25 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, aos oito anos de idade, com estimativa de uma 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 entrave 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 esses 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 o 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 e FACHINELLO, 1995); *Ilex paraguariensis* (WENDLING e SOUZA JUNIOR, 2003) e pau-d'arco (*Tabebuia serratifolia*), (BRANDÃO e SAMPAIO, 2003). De modo geral, os estudos têmse concentrado em materiais juvenis, na definição da concentração de reguladores de crescimento, do tipo de substrato, da época do ano, além da avaliação da potencialidade da miniestaquia (XAVIER et al., 2009).

Assim, este trabalho foi conduzido com o objetivo de desenvolver um protocolo de propagação vegetativa do pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), por meio da técnica de estaquia, em razão da aplicação de diferentes dosagens do regulador de crescimento, o ácido indolbutírico (AIB), e da utilização de diferentes substratos como meio de enraizamento para diferentes tipos de estacas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado no viveiro de pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, durante o ano de 2010. O município de Viçosa localiza-se na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais, à 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 Köeppem, 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 de 14 °C (ROCHA e FIALHO, 2010).

2.1. Formação do jardim clonal

As mudas de pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), utilizadas nesse experimento, foram obtidas a partir de sementes coletadas em árvores matrizes localizadas na região de Viçosa, MG. Essas, ao atingirem altura de 30 cm, foram transplantadas em canteiros a pleno sol, numa densidade de nove mudas por metro quadrado, as quais formaram o jardim clonal (Figura 1), para posterior coleta de brotações, para 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/m² de sulfato de amônio, 50 g/m² de superfosfato simples e 50 g/m² de cloreto de potássio, bem como receberam duas irrigações diárias e foram submetidas a podas de manutenção e de coleta das estacas necessárias à experimentação. As cepas, com altura em torno de 40 cm foram conduzidas para obtenção de multibrotações, destinadas ao fornecimento de estacas para os experimentos de enraizamento.



Figura 1- Detalhes do jardim clonal de pau-jacaré. Cepas com brotações em ponto de coleta de estacas (A) e cepa em fase inicial de brotações (B).

A primeira coleta das estacas foi realizada após 30 dias da decepa, quando essas apresentavam tamanho suficiente, em razão dos diferentes tipos de estacas utilizados nos experimentos. Posteriormente, as épocas das coletas foram determinadas em função da existência de brotações em tamanho e quantidade necessárias para a confecção de estacas.

As avaliações realizadas constituíram-se da produção de estacas/cepa/coleta, assim como a 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 irrigação por meio de pulverizador manual, em intervalos inferiores a 10 minutos até a etapa de estaqueamento. O período compreendido entre a coleta das estacas, seu preparo e posterior estaqueamento foi sempre inferior a 15 minutos.

Para o enraizamento, foram utilizados, como recipiente, tubete de plástico rígido cônico de 12 cm de comprimento e 55 cm³ de capacidade e, como substrato, composto orgânico (MecPlant[®]), acrescentando superfosfato simples (8 kg/m³) e Osmocot[®] formulado 19-6-10, (3kg/m³). As estacas foram plantadas 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⁻¹ de AIB em ambos os tratamentos. Testaram-se, também, em outro experimento, três dosagens de ácido indolbutírico (AIB): 0; 2.000 e 6.000 mg L⁻¹, 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 a base da estaca durante 10 segundos.

O processo de enraizamento das estacas foi conduzido em casa de vegetação climatizada, monitorando as condições do ambiente, visando 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, essas 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. Para os 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 realizadas 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 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 maiores 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 E DISCUSSÃO

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 de estacas/cepa/coleta aumentou gradativamente nas sucessivas coletas, tendo na primeira coleta, média de duas estacas/cepa e, na quarta, coleta a produção de sete estacas/cepa (Tabela 1). Esse aumento gradativo 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, onde os rendimentos médios são de 25 estacas/cepa e com seis coletas por ano, totalizando 150 estacas/ano, com produção de 100 estacas/m²/ano (CARVALHO et al., 1991). No caso de pau-jacaré, a produção por m² variou de 15 estacas/m², na primeira

coleta, até 52 estacas/m², na quarta, indicando o potencial do pau-jacaré quanto à regeneração das cepas, em função das sucessivas coletas das estacas, permitindo a adoção da estaquia como alternativa potencial na propagação desta espécie.

Tabela 1- Sobrevivência e número médio de estacas por cepa e por m² de pau-jacaré, em cada coleta, em jardim clonal.

Coleta	Dia/Mês	Sobrevivência da cepa (%)	Média de estacas/cepa	Estacas/m ²
1	23/fevereiro	100	2 (0,55)	15
2	15/abril	100	3 (1,03)	22
3	21/junho	100	5 (1,96)	37
4	21/setembro	100	7 (2,13)	52

*Valores entre parênteses indicam desvio-padrão.

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 o bom vigor e a adaptação dos propágulos vegetativos às condições ambientais dentro da casa vegetação.

Quanto ao enraizamento (raiz observada na extremidade inferior do tubete), os resultados indicam que as estacas apicais atingiram porcentagem superior a 90%, independentemente do tratamento, sendo as sem AIB e com 2.000 mg L⁻¹ 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 as dosagens de AIB, sendo o maior valor médio para o tratamento com 6.000 mg L⁻¹ (81%) e o mínimo para as sem AIB (18%) (Figura 2A). Os resultados indicam que 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 são produzidas 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.

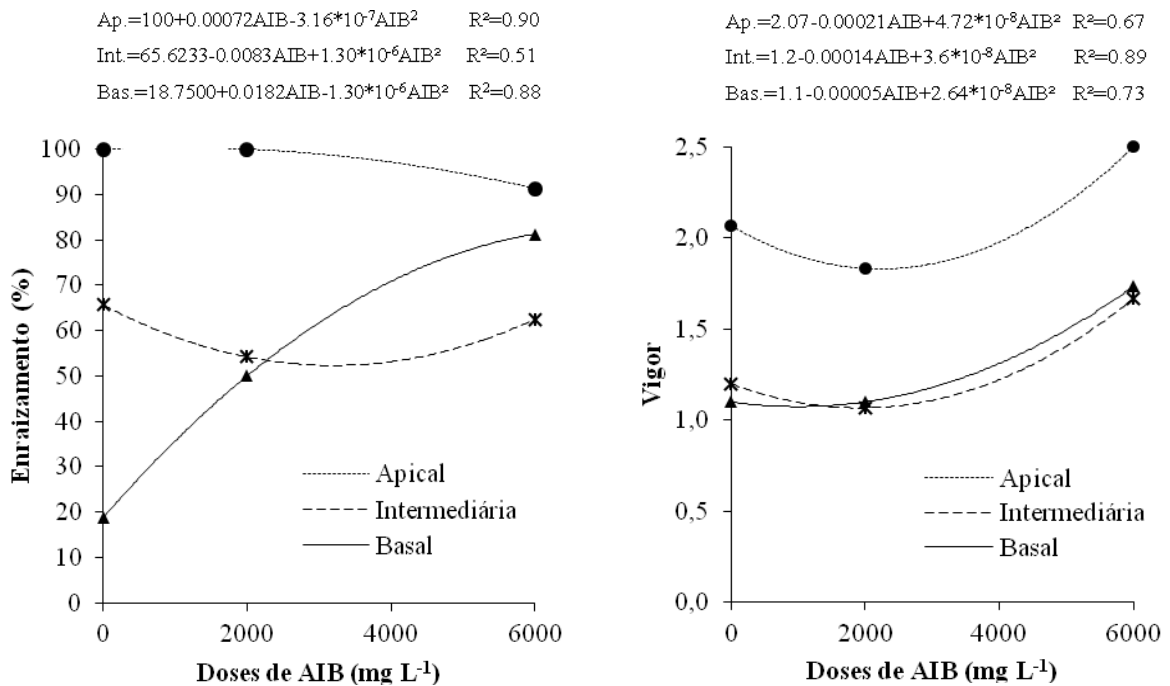


Figura 2- Enraizamento e vigor das estacas de pau-jacaré, em função da aplicação de ácido indobutírico (AIB) e tipo de estaca (apical, intermediária e basal) em casa de vegetação, aos 90 dias após o estaqueamento.

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 desenvolvimento em contraste com aquelas que tiveram menor enraizamento. Analisando o efeito das dosagens de AIB no vigor, a tendência no enraizamento das estacas intermediárias e basais foi semelhante. 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 2B).

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

Em casa de sombra, as estacas apicais mostraram 100% de sobrevivência em todos os tratamentos (figura 3A), 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 se apresentaram nas que não se aplicou AIB, mostrando a importância desse regulador de crescimento, atingindo valores máximos (96%) com a dosagem de 6.000 mg L⁻¹. Quanto ao enraizamento, o comportamento teve a mesma tendência que a sobrevivência, onde as estacas apicais apresentaram maiores porcentagens de enraizamento, seguidas das estacas intermediárias e basais (Figura 3B).

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⁻¹ e 4.000 mg L⁻¹, 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 96%, para as intermediárias na concentração de 6.000 mg L⁻¹. Esses resultados concordam com Galvão (2000), quando menciona 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⁻¹. 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.

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⁻¹ de AIB. Pode-se considerar que efetivamente as estacas apicais apresentaram maior velocidade de enraizamento em relação às intermediárias e basais, como também maior potencial de enraizamento.

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 3C e D). Esses resultados indicam 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).

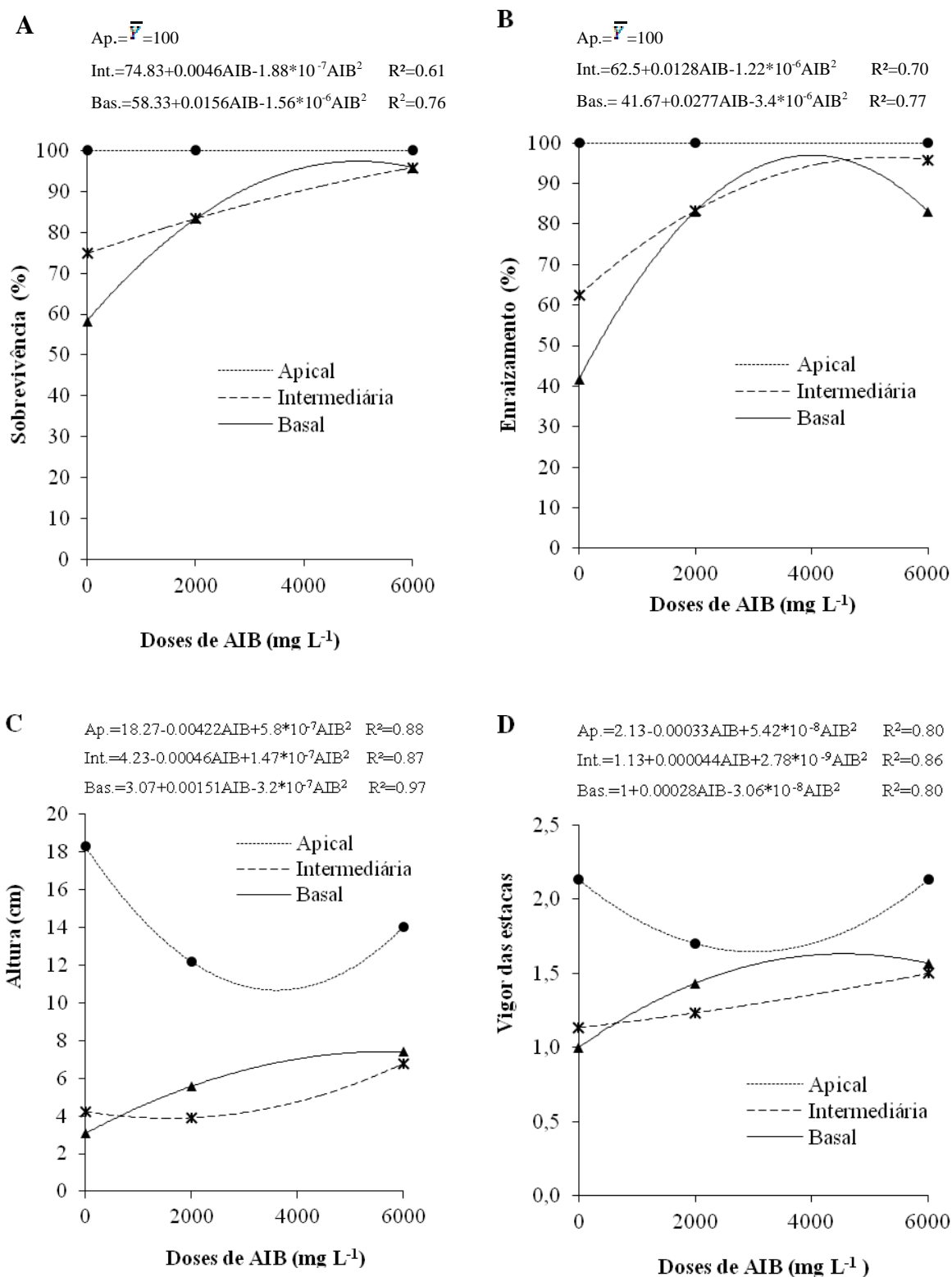


Figura 3- Sobrevivência (A), enraizamento (B), altura (C) e vigor (D) das mudas de pau-jacaré, em função da aplicação de ácido indobulúrico (AIB) e tipo de estaca (apical, intermediária e basal) em casa de sombra, aos 110 dias após do estaqueamento.

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

Os resultados a pleno sol, aos 170 dias, após o estaqueamento, mostraram diminuição nos níveis 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. 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⁻¹ 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⁻¹, respectivamente, atingindo máximo de 93,8%, no tratamento de 6.000 mg L⁻¹, indicando o efeito de AIB nesses dois tipos de estacas (Figura 4A). Observaram-se o crescimento das mudas e o desenvolvimento do sistema radicular das estacas apicais, basal e intermediárias em casa de vegetação e em pleno sol, no tratamento com 6.000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 5).

Quanto ao enraizamento, as estacas apicais mostraram maiores porcentagens nos três tratamentos, em relação às intermediárias e basais (Figura 4B). Os resultados indicam que o maior enraizamento foi obtido no tratamento com 6.000 mg L⁻¹ de AIB, para os três tipos de estacas utilizados. Estudos com espécies nativas, utilizando a estaquia como técnica de propagação vegetativa, mostraram grandes variações nos porcentagens de enraizamento. Em um 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 como melhores índices de enraizamento (28%) na época de verão, aplicando-se 4.000 mg L⁻¹ de AIB e Pimenta (2003), utilizando a mesma espécie, obteve porcentagem de enraizamento de 11,3%, na primavera, com aplicação de 6.000 mg L⁻¹ mais 100 mg L⁻¹ de uniconazol. Para 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⁻¹ de AIB.

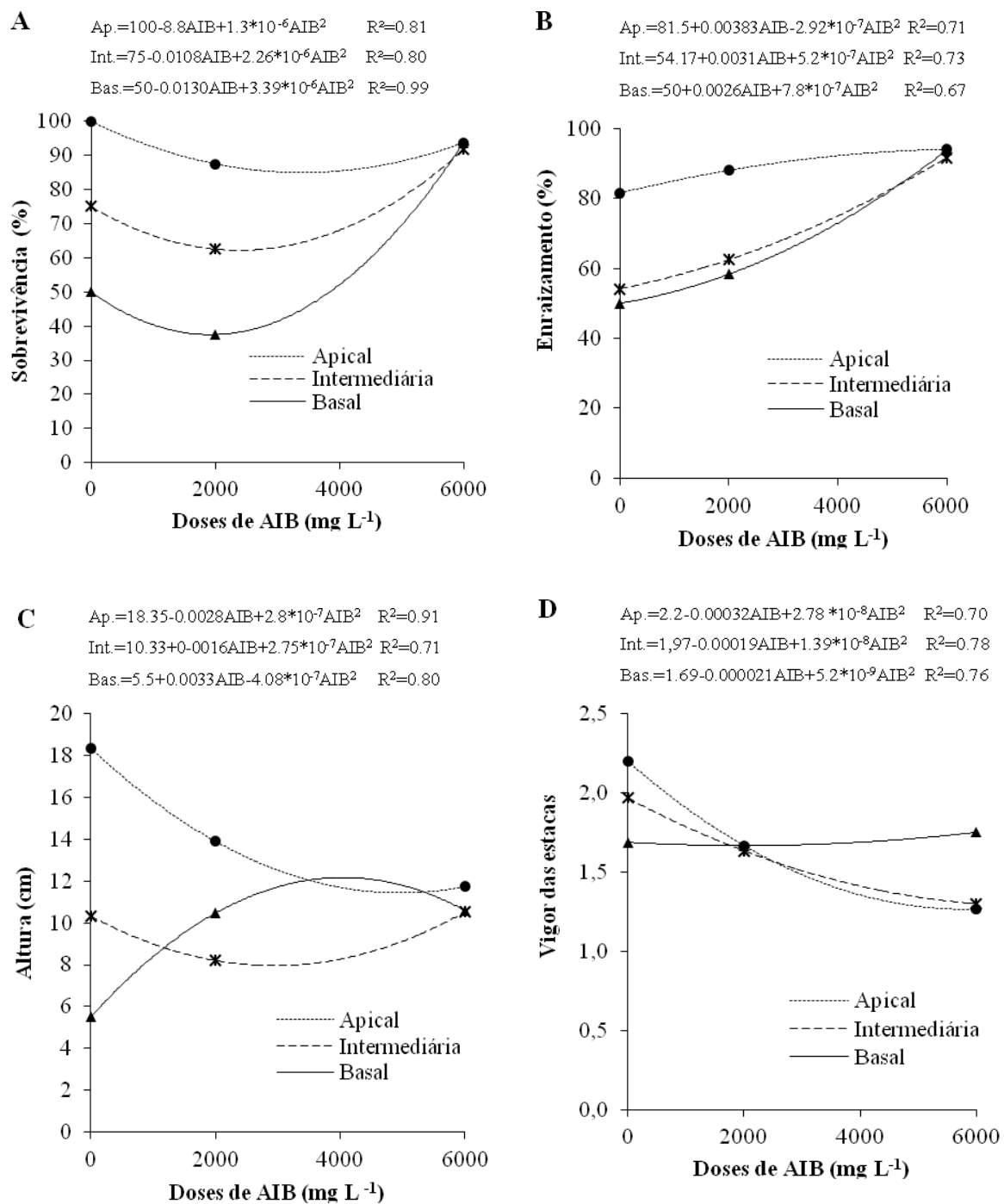


Figura 4- Sobrevivência (A), enraizamento (B), altura (C) e vigor (D) das mudas de pau-jacaré, em função da aplicação de ácido indobultrífico (AIB) e tipo de estaca (apical, intermediária e basal) em pleno sol, aos 170 dias após o estaqueamento.

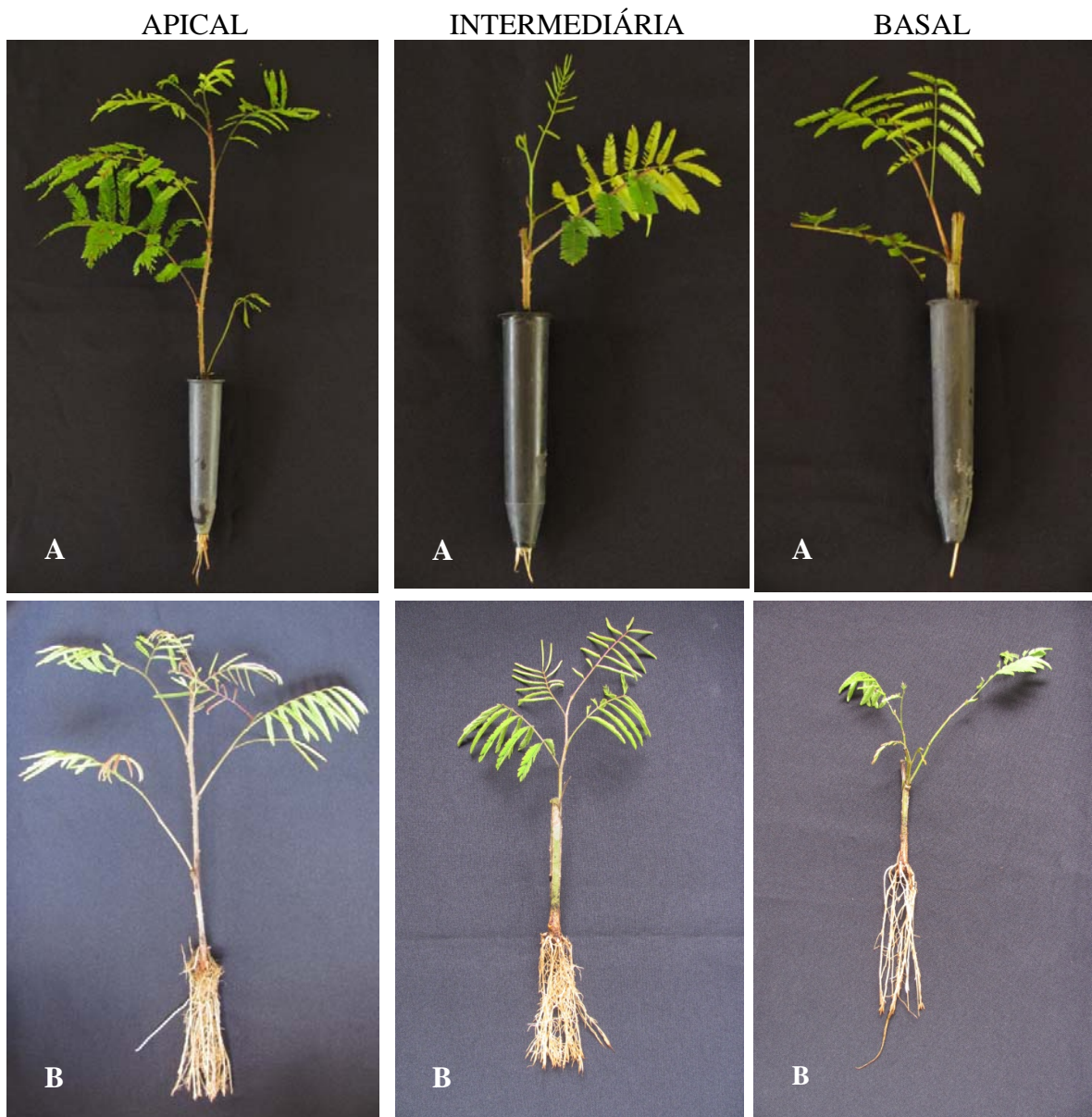


Figura 5- Detalhe do enraizamento das estacas apicais, intermediárias e basais de pau-jacaré com aplicação de 6.000 mg L^{-1} na saída de casa de vegetação (A) e em pleno sol (B), aos 90 e 170 dias após o estaqueamento, respectivamente.

Quanto ao efeito da aplicação do regulador de crescimento (AIB) sobre a altura, aos 170 dias após o estaqueamento, os resultados mostraram 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 4C). 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 4D). Em geral, o regulador de crescimento mostrou 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. Os resultados de biomassa seca da parte aérea e das raízes mostraram diferenças significativas, indicando maiores valores médios para as estacas apicais sem AIB, enquanto as intermediárias e basais não apresentaram diferenças entre os tratamentos (Tabela 2).

De modo geral, as estacas apicais, sem aplicação de AIB, mostraram maiores valores de biomassa da parte aérea e sistema radicular, mantendo diferenças significativas entre os tratamentos e também entre os tipos de estacas utilizados (Tabela 2). 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.

TABELA 2- Valores médios de biomassa do sistema radicular e parte aérea das mudas de pau-jacaré em função dos tratamentos de AIB e para cada tipo de estaca, aos 170 após o estaqueamento.

Tipo de amostra	Tipo de estaca	Peso da matéria seca/planta (g)		
		AIB (mg L ⁻¹)		
		0	2.000	6.000
Parte aérea	Apical	0.65 ^{aA}	0.26 ^{bA}	0.18 ^{bA}
	Intermediária	0.42 ^{aA}	0.24 ^{aA}	0.31 ^{aA}
	Basal	0.18 ^{aB}	0.36 ^{aA}	0.24 ^{aA}
Sistema radicular	Apical	0.60 ^{aA}	0.23 ^{bA}	0.26 ^{bA}
	Intermediária	0.19 ^{aB}	0.11 ^{aA}	0.25 ^{aA}
	Basal	0.046 ^{aAB}	0.28 ^{aA}	0.15 ^{aA}

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste Tukey. Letras minúsculas na linha comparam médias entre tratamentos de AIB, letras maiúsculas na coluna comparam médias entre os tipos de estaca.

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,

onde as estacas tendo vermiculita como substrato enraizaram-se 35,3%, em comparação às em composto orgânico com 75% de enraizamento (Tabela 3). Em casa de sombra, observaram-se diferenças significativas para a porcentagem de sobrevivência e de enraizamento; o composto orgânico foi o substrato que fez com que as estacas alcançassem maiores valores médios nas características avaliadas para os 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 3- Valores médios de sobrevivência (SOBV), 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.

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

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

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 3). 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.

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 o tamanho das partículas (granulometria) são maiores que a vermiculita, o que permite maior espaço de aeração, mais porosidade e menor retenção de água, evitando 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 propágulo vegetativo provenientes de material seminal.
- A aplicação de ácido indolbutírico, na concentração de 6.000 mg L^{-1} , 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, ao enraizamento, ao vigor e à altura das mudas.
- A sobrevivência das cepas no jardim clonal foi de 100%, apresentando produção crescente de estacas, durante o período do experimento, indicando a sustentabilidade do manejo adotado.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.; TONIETTO, 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.e **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 termohigrométrica ao longo de um transecto campo-cidade no município de Viçosa-MG. **Revista de Ciências 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. **Agromía 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* Bentham) 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.

4. CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados obtidos permitem concluir que a propagação vegetativa de jequitibá-rosa e pau-jacaré, pela estaquia com propágulos juvenis, é viável tecnicamente, mostrando melhores resultados quando se utilizam estacas apicais. O AIB mostrou resultados positivos no enraizamento, quando aplicado em estacas intermediárias e basais de pau-jacaré, utilizando-se concentração de 6.000 mg L^{-1} . No entanto, para jequitibá-rosa, de modo geral, os efeitos não foram significativos. A sobrevivência das cepas em jardim clonal, em ambas as espécies, foi de 100%, com produção gradativa de estacas, durante as sucessivas coletas.

A utilização de composto orgânico como substrato mostrou respostas superiores à vermiculita, em relação à propagação pela estaquia de pau-jacaré. Já a época do ano influenciou na propagação de jequitibá-rosa, mostrando diminuição nos valores médios das características avaliadas, no período de agosto a janeiro, em comparação com a época entre maio e outubro.

ANEXO

TABELA 1- Dados climáticos registrados durante os meses da avaliação dos experimentos com jequitibá-rosa, Viçosa, 2010.

Mês	Precipitação total/mês (mm)	Evaporação total/mês (mm)	Insolação (horas/dia)	Temperatura do ar média diária (°C)	Umidade relativa do ar (%)			Pressão diária (mb)
					12 h	18 h	24 h	
5	45.8	55.5	5.7	18.2	85.4	60.8	92.5	937.7
6	1.2	59.2	6.8	15.3	84.9	52.1	90.0	941.7
7	0.0	66.2	6.4	16.9	83.5	52.1	87.2	934.7
8	0.0	99.7	8.4	16.5	73.9	40.5	77.9	941.3
9	22.8	108.0	5.2	18.5	70.2	43.2	76.0	939.0
10	158.8	82.6	3.7	20.6	77.6	57.2	82.5	935.9
11	401.6	53.5	3.5	21.2	83.7	67.5	90.2	934.2
12	419.8	65.3	5.4	23.2	81.2	67.3	89.6	928.8

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, estação meteorológica viveiro de pesquisa do departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa.