

KELLEN CRISTINA GATTI

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PAU MULATO (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.), JEQUITIBÁ (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) E TECA (*Tectona grandis* Linn. f.) POR MINIESTAQUIA

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL

2002

KELLEN CRISTINA GATTI

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PAU MULATO (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.), JEQUITIBÁ (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) E TECA (*Tectona grandis* Linn. f.) POR MINIESTAQUIA

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

APROVADA: 28 de Agosto de 2002

Prof. Dr. Aloisio Xavier
(Conselheiro)

Prof. Dr. Haroldo Nogueira de Paiva
(Conselheiro)

Prof. Dr. Sebastião Venâncio Martins

Dr. Flávio Pereira da Silva

Prof^ª. Phd. Rita de Cássia Gonçalves Borges
(Orientadora)

Dedico

A Deus Pai fonte de tudo

Aos meus pais Guerino e Regina

Aos meus irmãos Izael, Penha e Bruno

Aos meus sobrinhos Alexsander, Rafael e Igor

Ao meu noivo Juan

A minha cunhada Zilma.

AGRADECIMENTO

A Deus, por todo amor, segurança, apoio, encorajamento e força que recebi durante toda minha vida, por tornar meus sonhos sempre mais próximos, sem Ele nada se realizaria.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela grande oportunidade de realização do Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal.

Ao CNPQ, pela bolsa de estudo.

A professora Rita de Cássia Gonçalves Borges, pela orientação, ensinamentos, paciência, apoio, dedicação e amizade durante todo o mestrado.

Ao professor Aloísio Xavier pela amizade, ajuda, dedicação e conhecimentos transmitidos durante estes anos.

Ao professor Haroldo Nogueira de Paiva pelos conselhos, ajuda, amizade e conhecimentos dedicados a mim durante o mestrado.

Ao professor Eduardo Euclides de Lima e Borges pela amizade, ensinamentos e por estar sempre de portas abertas quando necessitamos.

Aos funcionários do setor de silvicultura, em especial ao Mauro e ao Gilberto, pelo apoio, amizade e ajuda. Também a Ritinha, Jamille e Frederico pela amizade, força e ajuda durante esta batalha.

Aos membros da banca examinadora, pelas sugestões e críticas.

Aos meus pais Guerino Gatti e Regina Dal'Col, Gatti pelo grande amor dedicado, pelo apoio infatigável, por todos conselhos, pelas orações e pensamentos bons a mim transmitidos por toda minha vida.

Aos meus irmãos Izael, Penha e Bruno pelo amor, amizade, dedicação, conselhos e por sempre estarem do meu lado me ajudando e protegendo.

Aos meus sobrinhos Alex, Rafa e Igor pelo amor, por serem força e alegria para minha vida.

Ao Juan Carlos pelo amor, amizade, carinho, companheirismo, força e apoio incansável desde quando nos conhecemos e em todos os momentos, mesmo aqueles que estamos longe, por me ajudar a ser sempre uma pessoa melhor e me fazer feliz.

A minha cunhada Zilma pelo apoio, amizade, confiança e dedicação a mim e minha família.

A todos da minha família, em especial aos meus nonos e avô falecidos e minha avó Armelinda, por sempre torcerem por mim.

Aos amigos de república, aos “antigos” Selma Baia Batista, Samantha Dias, Alexander Bertola, Camila Amorim, e Eliane de Paula Clemente e aos “novos” Vilma Bragas, Taís Masala, Camila Toledo, Aninha e Marielle, pela oportunidade de convivência, amizade e apoio.

À minha amiga de graduação, mestrado e companheira por muitos anos de república Alessandra por sempre demonstrar sua amizade e carinho.

As minhas amigas Julle Karen, Walkíria, Gabriela e Carmen Regina que por mais que o tempo passe sempre nunca se apaga a amizade.

Aos amigos, em especial ao Ivar, Rosana, Miranda, Solange, Zé Humberto, Claudinha, Elzimar, Kelli, Cassinha e Gleison, pelo companheirismo, carinho, força, pela agradável convivência e amizade.

Aos amigos Cláudia, Leonardo, Leonardinho, Teresa, Misael, Alba e a todos os demais pela acolhida e amizade desde que nos conhecemos.

A cidade de Viçosa e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

KELLEN CRISTINA GATTI, filha de Guerino Gatti e Regina Dal'Col Gatti, nasceu em 28 de fevereiro de 1976, em Colatina, Estado do Espírito Santo.

Em 1990, concluiu o 1^o grau no Colégio Marista, em Colatina- ES.

Em 1993, concluiu o 2^o grau no Colégio Nacional, em Vitória- ES.

Em 2000, diplomou-se Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG.

Em agosto de 2000, ingressou no Curso de Mestrado em Ciência Florestal - Área de Concentração em Propagação de Plantas, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 28 de agosto de 2002.

CONTEÚDO

RESUMO.....	VIII
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. PROPAGAÇÃO DE PLANTAS FLORESTAIS	3
2.2. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR MINIASTAQUIA.....	6
2.3. FATORES QUE AFETAM A PROPAGAÇÃO VEGETATIVA	8
2.3.1. <i>Maturidade e rejuvenescimento</i>	9
2.3.2. <i>Reguladores de crescimento</i>	11
2.3.3. <i>Nutrição mineral</i>	12
2.3.4. <i>Fatores ambientais: temperatura, umidade e luz</i>	16
2.3.5. <i>Substrato</i>	18
2.3.6. <i>Aspectos bioquímicos do enraizamento</i>	19
2.4. TECA, JEQUITIBÁ ROSA E PAU MULATO	21
2.4.1. <i>Teca</i>	21
2.4.2. <i>Jequitibá</i>	23
2.4.3. <i>Pau mulato</i>	24
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. MATERIAL EXPERIMENTAL	25
O EXPERIMENTO FOI DESENVOLVIDO NO VIVEIRO DE PESQUISAS FLORESTAIS, DO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, EM VIÇOSA, MINAS GERAIS.	25
3.2. FORMAÇÃO E MANEJO DOS JARDINS MINICLONAIS	26
3.3. OBTENÇÃO E ENRAIZAMENTO DAS MINIASTACAS.....	26
3.4. AVALIAÇÕES.....	27
3.4.1. <i>Produção e sobrevivência das minicepas</i>	27
3.4.2. <i>Sobrevivência, enraizamento e vigor das miniestacas</i>	28
3.4.3. <i>Análises bioquímicas</i>	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. PRODUÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DAS MINICEPAS.....	31
4.2. SOBREVIVÊNCIA, ENRAIZAMENTO E VIGOR DAS MINIASTACAS.....	34
4.2.1. <i>Teca</i>	34
4.2.1.1. <i>Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação</i>	34
4.2.1.2. <i>Enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra</i>	35
4.2.1.3. <i>Sobrevivência das miniestacas aos 90 dias</i>	36
4.2.2. <i>Pau mulato</i>	37
4.2.2.1. <i>Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação</i>	37
4.2.2.2. <i>Enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra</i>	37
4.2.2.3. <i>Vigor de enraizamento de miniestacas de pau mulato</i>	38
4.2.2.4. <i>Análises bioquímicas: carboidratos</i>	44
4.2.3. <i>Jequitibá</i>	48
4.2.3.1. <i>Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação</i>	48
4.2.3.2. <i>Enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra</i>	49
4.2.3. <i>Sobrevivência, altura da parte aérea e diâmetro do colo das mudas aos 90 dias</i>	51
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	54
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57

RESUMO

GATTI, Kellen Cristina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2002. **Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (benth) k. schum.), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (raddi) kuntze) e teca (*Tectona grandis* linn. f.) por miniestaquia.** Orientadora: Rita de Cássia Gonçalves Borges. Conselheiros: Aloisio Xavier e Haroldo Nogueira de Paiva.

O presente estudo objetivou avaliar o potencial da miniestaquia como método de propagação vegetativa para as espécies florestais pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.), jequitibá rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. f.), determinando a eficiência da miniestaquia na produção de mudas das referidas espécies quanto a produção e sobrevivência das minicepas nas sucessivas coletas; ao enraizamento das miniestacas provenientes das coletas sucessivas; ao efeito da aplicação de diferentes dosagens de reguladores de crescimento (AIB e ANA) no enraizamento e na qualidade das mudas e a variação nos níveis dos açúcares redutores durante o enraizamento de miniestacas de pau mulato. O jardim miniclinal das espécies estudadas foi formado a partir de minicepas obtidas por propagação sexuada (semente) o qual foi conduzido a pleno sol e recebendo

adubações periódicas a cada 15 dias. As brotações foram colhidas em intervalos de 15 dias para a teca e pau mulato e 30 dias para o jequitibá rosa. A sobrevivência das minicepas foi alta para as três espécies avaliadas. A produção de miniestacas por minicepa foi alta para o pau mulato e para o jequitibá rosa, mas foi baixo e influenciado pela época do ano para a teca. Os resultados demonstraram não ser necessário o uso de reguladores de crescimento para a propagação vegetativa por miniestaquia de teca e pau mulato, uma vez que apresentam alta capacidade de enraizamento por esta técnica independentemente da presença dos reguladores de crescimento, já para o jequitibá rosa a melhor dosagem e regulador foi 2000 mg L⁻¹ de ANA. Para o pau mulato nas concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ proporcionaram maior comprimento radicular aos 60 dias, tanto para o AIB quanto para o ANA. Houve também uma antecipação no início do enraizamento, ocorrendo antes da testemunha. Na análise dos carboidratos realizadas em miniestacas de pau mulato, verificou-se uma redução na concentração dos açúcares redutores com o crescimento radicular, coincidindo com uma elevação na síntese de amido, durante o período de 30 a 45 dias após o estaqueamento. As concentrações tanto de açúcares redutores quanto de amido, foram positivamente correlacionadas com a aplicação de reguladores de crescimento. Para o jequitibá rosa, a aplicação de regulador de crescimento ANA foi superior ao AIB, aumentando o enraizamento, apresentando diferença significativa pelo teste de F (P<0,01). A miniestaquia para as espécies avaliadas no presente estudo é tecnicamente viável, tornando-se uma alternativa para a produção de mudas destas espécies.

ABSTRACT

GATTI, Kellen Cristina, M.S., Universidade Federal de Viçosa, august de 2002.

Vegetative propagation of *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum., *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze and *Tectona grandis* Linn. f. by minicutting. Adviser: Rita de Cássia Gonçalves Borges. Committee members: Aloisio Xavier e Haroldo Nogueira de Paiva.

The present study objectified to evaluate the potential of the minicutting a method of vegetative propagation for the forest species *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum., *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze and *Tectona grandis* Linn. f., determining the efficiency of the minicutting in the seedlings production of changes of the related species how much productive through production and the survival of ministumps in the successive collections; the root of the minicuttings from the successive collections; the effect of the application of different dosages of growth regulators (AIB and ANA) in the rooting and the quality of seedlings, to determine content of the reducing sugars during the rooting of minicuttings of *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum. The miniclonal garden of the studied species was formed from ministumps gotten by reproductive propagation (seed) which was leadin the full sun and receiving periodic fertilizations every 15 days. The sprouts had been

harvested in intervals of 15 days for the *Tectona grandis* Linn. f. and *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum. and 30 days for *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze. The survival of ministumps was high for the three evaluated species. The production of minicuttings by ministumps was high for the *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum. and *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, but it was low and influenced by the time of the year for the *Tectona grandis* Linn. f.. The results had demonstrated not to be necessary the use of growth regulators for the vegetative propagation of *Tectona grandis* Linn. f. and *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K., once the species has high capacity of rooting independently of the growth regulators. For the *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze the best dosage and growth regulator was 2000 mg L⁻¹ de ANA. For the *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum. in the concentrations of 1000 and 2000 mg L⁻¹ had provided to greater root length at 60 days, either for the AIB or for ANA. It had also an anticipation in the beginning of the rooting. In the analysis of the carbohydrate carried through in minicuttings of *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum., a reduction in the concentration of the reducing sugars with the root growth was verified, coinciding with a rise in the starch synthesis, during the period of 30 to 45 days. The concentrations of reducing sugars and starch has been positively correlated with the application of growth regulators. For *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze, the application of growth regulator ANA was superior to the AIB, increasing the rooting, presenting significant difference for the test of F (P<0,01). The minicutting for the species evaluated in the present study is technical viable, becoming an alternative for the production of seedlings for these species.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas tem-se constatado uma redução drástica da área de florestas nativas em todo o mundo e conseqüentemente, algumas espécies florestais correm risco de extinção. Apesar de nos últimos anos ter ocorrido uma maior conscientização ambiental em nível nacional e internacional ocasionando o surgimento de programas de pesquisas visando o estudo de espécies nativas, pelos órgãos de pesquisa governamentais e pelas empresas privadas, estes ainda são em pequeno número. Estudos mais específicos deverão ser conduzidos visando melhorar a qualidade e a quantidade dos plantios de nossas espécies nativas, dentre estes se encontram a propagação vegetativa e a boa formação de mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para diversas finalidades.

De modo geral, existe carência de informação para a maioria das espécies florestais nativas brasileiras, relacionadas principalmente com a produção de mudas que ainda possui como método principal à reprodução por sementes. Para diversas espécies, de importância econômica e ecológica, existem limitações de produção e conservação de suas sementes em condições normais de armazenamento, devendo as mesmas serem semeadas imediatamente após a coleta, ficando os viveristas sem condições de multiplicação da espécie durante parte do ano. Assim, estudos deverão ser conduzidos no sentido de desenvolver

métodos alternativos de multiplicação à maneira dos já estabelecidos para algumas espécies exóticas como as do gênero *Eucalyptus*.

Uma espécie exótica introduzida no Brasil em 1968, para produção de madeira e que também merece estudos que viabilizem sua multiplicação vegetativa é a teca (*Tectona grandis*). Esta é hoje uma das espécies mais importantes do mundo, e apesar de no exterior haver inúmeros trabalhos relacionados à mesma, no Brasil pouco se estuda sobre esta espécie.

Este trabalho foi conduzido com os seguintes objetivos:

Objetivo geral:

- Avaliar o potencial da miniestaquia como método de propagação vegetativa para as espécies florestais pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. f.)

Objetivos específicos:

- Determinar a eficiência da miniestaquia na produção de mudas das referidas espécies quanto: a) à capacidade produtiva da miniestaquia através da produção e sobrevivência das minicepas nas sucessivas coletas; b) ao enraizamento das miniestacas provenientes das diferentes coletas sucessivas; c) ao efeito da aplicação de diferentes dosagens de reguladores de crescimento no enraizamento e no padrão de qualidade das mudas.
- Determinar os níveis de carboidratos (açúcares redutores e amido) durante o enraizamento de miniestacas de pau mulato.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Propagação de plantas florestais

A maior parte da produção das mudas de espécies florestais nativas no Brasil ainda é realizada por sementes e muitas destas apresentam algum tipo de limitação quanto a este método de produção. As plantas obtidas por sementes assemelham-se aos progenitores, porém, apresentam uma variabilidade genética, devido à recombinação de genes no processo de reprodução sexual (Pádua, 1983).

Algumas limitações podem ser relatadas quando se trata da produção de mudas por sementes. Por exemplo, Piña-Rodrigues e Piratelli (1993) salientam o fato de que algumas espécies florescem intensamente, mas produzem poucas sementes, devido a diversos fatores tais como: baixa eficiência de transporte de pólen, ou em espécies zoófilas, com polinizadores pouco especializados, fazendo com que poucos estigmas efetivamente recebam pólen compatível; problemas com pilhadores e furtadores, que utilizam os recursos florais sem executarem a polinização, podendo destruir os tecidos florais ou competir com os polinizadores potenciais; a utilização de flores como um item alimentar por animais, a priori frugívoros (aves e macacos), acarretando perda considerável de flores;

dificuldade em nível de germinação dos grãos-de-pólen e/ou crescimento dos tubos polínicos.

Muitas plantas, embora cresçam em condições favoráveis e sejam polinizadas adequadamente, ainda apresentam óvulos que falham no seu desenvolvimento, sugerindo que esta falha teria base genética (Wetzel, 1997).

Melo e Gonçalves (1991) destacam que a dormência das sementes pode tornar-se uma dificuldade e um desafio para o pesquisador. Em muitos casos, sementes com longos períodos de dormência dificultam a produção de mudas e seu aproveitamento para plantios.

Outros problemas são o baixo número de indivíduos que a espécie pode possuir e/ou o baixo número de sementes viáveis que estes estão produzindo, a recalcitrância e a falta de estudos destas espécies.

Nesse contexto, a propagação vegetativa ou assexuada surgiu como uma alternativa à produção sexuada. Ela é de grande importância quando se deseja multiplicar um genótipo que é heterozigoto e que apresenta características consideradas superiores, que se perdem quando propagadas por sementes (Paiva e Gomes, 2001).

A propagação vegetativa é baseada na capacidade de regeneração de um vegetal a partir de células somáticas e oferece como principais vantagens a reprodução de indivíduos geneticamente iguais, a reprodução de plantas sem o uso de sementes e o aproveitamento do vigor híbrido (Sturion, 1981). No setor florestal, dentre as principais razões para o uso da propagação vegetativa, podem ser citadas a produção de clones e a produção de mudas de espécies que apresentam restrições à propagação por sementes.

Segundo Ferreira (1992), a silvicultura clonal intensiva adquire alta importância em razão de propiciar redução na idade de exploração; maior produção de madeira de melhor qualidade, no menor tempo e por unidade de área; racionalização das atividades operacionais; e redução dos custos de exploração e transporte. A produção de mudas de *Eucalyptus* sp. por propagação vegetativa nas empresas, é uma realidade e várias técnicas vem sendo desenvolvidas. Com a propagação vegetativa, obtém-se maior uniformidade dos

plantios, transferência das características desejáveis maximizando a produção de madeira em quantidade e qualidade desejáveis para seus fins específicos e adaptação para as regiões de plantio.

Segundo Higashi et al. (2000), entre os principais problemas associados com a propagação vegetativa estão:

a) os propágulos oriundos de diferentes partes de uma mesma árvore podem crescer e se desenvolver diferentemente para cada planta matriz e/ou formas de planta matriz. Geralmente, propágulos de regiões inferiores ou centrais de uma árvore possuem características mais juvenis do que aqueles originados das regiões superiores e periféricas (Bonga, 1982, citado por Higashi et al., 2000).

b) propágulos de árvores mais velhas, geralmente, crescem diferentemente daqueles derivados de árvores jovens e nem sempre duplicam a expressão das características associadas com a forma de crescimento juvenil. Portanto, aqueles originários de árvores mais jovens têm menor variação no crescimento e desenvolvimento do que os originados de árvores mais velhas (Franclet, 1985, citado por Higashi et al., 2000);

c) as condições ambientais a que estão sujeitas a planta matriz podem afetar seu desenvolvimento, principalmente na qualidade dos propágulos (Libby e Jund, 1962, citados por Higashi et al., 2000).

Dentre as técnicas de propagação vegetativa, as mais utilizadas no setor florestal atualmente são a estaquia, a enxertia e a micropropagação.

A estaquia é um dos processos de propagação utilizando-se de partes da planta como folhas, ramos, caule, brotações e raízes. Estes órgãos inteiros ou fragmentados, ao serem colocados em meio específico desenvolvem raízes, gerando assim uma nova planta. Os principais tipos de estacas são: estaca foliar, sendo mais usada em floricultura e jardinagem; estaca radicular, pouco utilizada na silvicultura; e estaca caulinar, sendo a mais utilizada na silvicultura.

Dentre os objetivos da estaquia destacamos: a formação de mudas de alta qualidade para os plantios clonais de alta produtividade, melhorando a qualidade da madeira e de seus produtos e a uniformidade dos plantios; a multiplicação de híbridos interespecíficos altamente produtivos; a multiplicação de indivíduos

resistentes a doenças e pragas e o aumento da percentagem de brotações após o corte (Assis, 1986). Dentre as principais desvantagens e/ou limitações da propagação vegetativa por estaquia de espécies florestais, pode-se citar o risco de excessivo estreitamento da base genética dos plantios clonais, a não ocorrência de ganhos genéticos adicionais a partir da primeira geração de seleção, a dificuldade de enraizamento de algumas espécies ou clones e a dificuldade de enraizamento de plantas não juvenis (Xavier, 2000).

Segundo este autor, a estaquia constitui-se a principal técnica de clonagem utilizada na silvicultura intensiva clonal, devido à sua aplicabilidade operacional, custo de produção competitivo em relação às demais técnicas de propagação assexuada e a multiplicação de genótipos selecionados em curto período de tempo.

Devido a algumas espécies ou clones apresentarem dificuldade de propagação pela estaquia, provavelmente por tratar-se de um material mais adulto, nos últimos anos a miniestaquia e a microestaquia permitiu avanços consideráveis na propagação vegetativa. A microestaquia utiliza-se de minicepas provenientes de material que primeiramente é multiplicado em laboratório de micropropagação ocasionando seu rejuvenescimento, já a miniestaquia baseia-se no mesmo princípio da microestaquia, que é o rejuvenescimento do material, porém este não passa pela técnica de cultura de tecidos, sendo as minicepas oriundas da estaquia ou de mudas provenientes de sementes. Sendo assim, a miniestaquia é mais acessível e menos onerosa, tornando-se uma boa alternativa para produção de mudas assexuadamente.

2.2. Propagação vegetativa por miniestaquia

A miniestaquia caracteriza-se pela poda do ápice da muda que, em intervalos variáveis em função da época do ano, do clone/espécie, das condições nutricionais, entre outras, promove a emissão de novas brotações que são coletadas para enraizamento. A parte basal da muda constitui-se em uma

minicepa, a qual fornecerá as brotações (miniestacas) para enraizamento e formação das futuras mudas. O conjunto das minicepas constitui-se num jardim miniclonal, que em intervalos variáveis de coleta, fornecerá miniestacas para a produção de mudas.

Apesar de ser uma técnica recente, atualmente é a mais utilizada em empresas do setor florestal que trabalham com eucalipto. Sua aplicabilidade está no fato de ser uma opção na propagação vegetativa de materiais com dificuldade na estaquia convencional, bem como quando a microestaquia mostra-se limitante (Xavier et al. 1998).

Segundo Xavier (2000), em termos gerais a miniestaquia é uma técnica desenvolvida recentemente e que dispõe de poucos estudos científicos que avalie as vantagens e desvantagens desta técnica como método de propagação vegetativa. Entretanto, em relação à estaquia convencional já apresenta algumas vantagens como a eliminação do jardim clonal de campo, disponibilizando assim, a área para plantios comerciais; maior facilidade no controle de patógenos, bem como das condições nutricionais e hídricas no jardim; maior produtividade uma vez que as operações de manejo do jardim, coleta e confecção de miniestacas são mais fáceis e rápidas de serem executadas; maior produção de propágulos por unidade de área e em menor unidade de tempo; a coleta de miniestacas pode ser realizada em qualquer horário do dia; a melhor qualidade do sistema radicular em termos de vigor, uniformidade, volume e arquitetura; a necessidade de reguladores de crescimento para enraizamento em menores dosagens ou mesmo, ausência de reguladores em alguns casos e formação da muda num menor período de tempo, resultando em redução de investimentos.

Em relação à microestaquia, espera-se que esta apresente melhores resultados por ser o material que forma a minicepa proveniente de cultura de tecidos apresentando um grau de rejuvenescimento e controle maior durante sua formação, entretanto, como desvantagens podem-se citar as limitações quanto à obtenção de material rejuvenescido em laboratório de micropropagação e maior tempo necessário para obtenção de mudas micropropagadas para formação do jardim microclonal. Em termos de materiais que apresentam dificuldades no

cultivo *in vitro*, a miniestaquia mostra-se como uma boa alternativa. E também em materiais de fácil propagação em que procedimentos mais simples e de menor custo, como a estaquia/miniestaquia, atendem ao processo de produção de mudas não é necessário à utilização da micropropagação (Xavier, 2000). Segundo Wendling et al. (2000a), em situações em que a miniestaquia apresenta resultados tão eficientes quanto o da microestaquia e, ou, em situações em que não há uma infra-estrutura de micropropagação disponível, a miniestaquia pode ser a técnica mais indicada.

Materiais mais jovens possuem capacidade de formação de tecidos mais facilmente (Hartmann et al., 1997). Este fator é resgatado pela miniestaquia que é uma técnica onde se utiliza material jovem com ampla capacidade de enraizamento.

Santos (2001) trabalhando com propagação vegetativa por miniestaquia de jequitibá rosa, cedro e mogno concluiu que a miniestaquia é uma técnica interessante como método de produção de mudas das referidas espécies, tornando-se uma alternativa para reprodução assexuada das mesmas.

Algumas espécies ou clones podem não se adaptar bem à técnica de miniestaquia, devendo passar por um processo de rejuvenescimento anterior a este processo ou serem propagados por outro método.

2.3. Fatores que afetam a propagação vegetativa

Vários são os fatores dos quais depende o enraizamento, podendo ser de origem interna ou externa. Embora a maioria destes fatores tenha sido identificada, ainda há controvérsias quanto à importância individual e à inter-relação destes. O grau de sucesso da propagação vegetativa vai depender destes fatores e do seu controle.

A regeneração radicular é função da espécie, do genótipo e do nível de maturação (desenvolvimento) da planta doadora, bem como das condições ambientais de propagação. Durante a regeneração das raízes, as auxinas

(endógenas e exógenas) e os fatores do ambiente (água, luz e temperatura) são de grande importância (Greenwood e Hutchison, 1993).

2.3.1. Maturidade e rejuvenescimento

Materiais vegetativos provenientes de fontes mais jovens enraízam com maior facilidade quando comparados com os provenientes de fontes maduras, principalmente para materiais de difícil enraizamento ao comparar com materiais de fácil enraizamento (Hartmann et al., 1997).

A propagação vegetativa de árvores adultas requer material fisiologicamente juvenil, seja pela utilização de propágulos provenientes de partes juvenis da planta (gemas epicórmicas basais), ou pela promoção do rejuvenescimento de partes da planta adulta, restaurando sua competência ao enraizamento (Hartney, 1980; Assis, 1986; Hackett, 1987; Higashi et al., 2000).

A maturação não ocorre na mesma velocidade em todas as partes da planta, ou seja, em muitas espécies arbóreas existem meristemas que são dormentes e que são ativados durante o ciclo de desenvolvimento da planta (Higashi et al., 2000). Brotações laterais mais distantes do ramo ou caule central apresentam menores graus de juvenilidade do que aqueles mais próximos (Huang et al., 1990).

Em algumas espécies, especialmente nas lenhosas, há um gradiente de juvenilidade em direção à base da árvore (Zobel e Talbert, 1984; Eldrige et al., 1994), que se deve ao fato de que os meristemas mais próximos da base formaram-se em épocas mais próximas à germinação que os das regiões terminais (Hartmann et al., 1997), o que promove um aumento da maturação em função da maior proximidade com o meristema apical (Greenwood e Hutchison, 1993). Estudos mostram que algumas características como a filotaxia, a forma e retenção das folhas, a presença de espinhos e a pigmentação, que estão associadas com a juvenilidade, são mantidas nas porções basais de plantas adultas de muitas espécies (Hackett, 1987).

Em espécies de difícil enraizamento, a capacidade de enraizamento declina com a idade ontogenética do propágulo, trazendo problemas na propagação vegetativa, pois a planta deixa de expressar certas características com a maturidade. Ao contrário disto, em espécies de fácil propagação é dada pouca importância à idade da planta-mãe (Hartmann et al., 1997).

Na transição da juvenilidade para a maturidade, há mudanças progressivas nas características morfológicas e de desenvolvimento das folhas, vigor, crescimento das raízes, habilidade de formação do sistema radicular, entre outras (Gonçalves, 1982). Nautiyal et al. (1991) destacam que não só existe mudança no tempo e na capacidade de enraizamento, mas a qualidade do sistema radicular também é alterada. As mudanças ocorridas em função da troca de fase com o desenvolvimento da planta variam de espécie para espécie, sendo que as maiores alterações ocorrem em um período precedente à maturação, resultando em formas transicionais existentes.

Várias características sofrem modificações com a troca de fase durante o desenvolvimento das plantas, dentre elas: hábito e vigor de crescimento, crescimento em diâmetro e altura, alterações bioquímicas, capacidade de enraizamento e vigor radicular (Wendling, 2002).

As árvores adultas geralmente necessitam de técnicas para retornar à juvenilidade e resgatar condições favoráveis para enraizamento e crescimento. A reversão da fase adulta para a fase juvenil é denominada rejuvenescimento. O rejuvenescimento ocorre durante a reprodução sexuada e na apomixia, enquanto na propagação vegetativa ele pode ocorrer e tem sido alcançado pela utilização de poda drástica, aplicações de citocininas ou herbicidas, propagação seriada via enxertia, propagação seriada via estaquia e micropropagação (Hartney, 1980; Higashi et al., 2000).

2.3.2. Reguladores de crescimento

Substâncias promotoras do crescimento são muito importantes na propagação vegetativa. Há, naturalmente nas plantas, substâncias que em determinadas condições inibem ou reduzem o enraizamento, estas substâncias podem ser favoráveis até um limite e depois deste ponto inibitórias. Para a formação de raízes adventícias em estacas, é necessária a presença de certos níveis de substâncias de crescimento na planta, sendo umas mais favoráveis que as outras. Um balanço positivo entre estas e os inibidores do enraizamento é fundamental para o sucesso do enraizamento (Blazich, 1987).

Estas substâncias atuam no aumento do percentual de enraizamento, aceleram a formação, aumentam o número de raízes e melhoram a qualidade e a uniformidade do enraizamento. As substâncias promotoras de raízes estimulam de modo eficaz as estacas de espécies de fácil enraizamento, ou seja, aquelas que apresentam maior quantidade de cofatores favoráveis e menor de substâncias inibidoras. Nestas espécies não há necessidade de gastos adicionais com o emprego de substâncias exógenas de enraizamento (Alvarenga e Carvalho, 1983). Clones com dificuldade de enraizamento e sobrevivência demonstram um melhor índice quando aplicados os reguladores. Justifica-se mais a utilização dos reguladores nestes que possuem dificuldade de enraizamento em relação aos que possuem facilidade, pois há um desbalanço hormonal interno, principalmente a relação auxina/ citocinina (Hartmann et al., 1997).

Há vários grupos de reguladores de crescimento de plantas, dentre eles as auxinas, as citocininas e as giberelinas e suas correlações. As auxinas são as de maior interesse no enraizamento de estacas. O ácido indol-3-butírico é considerado como o mais indicado para uso prático na aplicação de hormônios sintéticos, por sua baixa mobilidade e maior estabilidade química (Alvarenga e Carvalho, 1983).

Segundo Hartmann et al. (1997), a concentração dos preparados contendo as auxinas para aplicação nas estacas varia conforme o tipo de estaca e de acordo com a espécie: estacas mais tenras requerem concentrações mais baixas,

enquanto as mais lignificadas e as de espécies de difícil enraizamento exigem concentrações mais altas.

A aplicação via pó apresenta algumas vantagens como a facilidade de uso e manutenção por um período maior do contato das estacas com o hormônio, porém, pode ser difícil de obter resultados mais uniformes, em razão da quantidade variável de substâncias que se adere às estacas (Paiva e Gomes, 2001). Quando a aplicação é feita com soluções diluídas, a quantidade da substância aplicada à base da estaca é uniforme em todas elas e a substância pode ser preparada com antecedência e armazenada (Alvarenga e Carvalho, 1983).

Nautiyal et al. (1992), ao estudarem o efeito da posição da brotação retirada da copa de *Tectona grandis* e o efeito hormonal no enraizamento, notaram que, em geral, o enraizamento sem a adição de hormônios demorou um período de tempo maior em relação à adição hormonal.

Rosa e Pinheiro (2000) estudando o efeito da utilização de AIB em estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke), concluíram que as diversas concentrações de AIB afetaram o enraizamento, sendo as concentrações mais eficientes entre 2000 e 4000 mg L⁻¹.

O efeito do AIB em diferentes dosagens (variando de 0 a 8000 mg L⁻¹) foi testado no enraizamento de estacas de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild), verificando-se que dosagens inferiores a 1000 mg L⁻¹ de AIB apresentaram os melhores resultados, com percentuais superiores a 80% de enraizamento de estacas da referida espécie (Borges e Martins-Cader, 2000).

2.3.3. Nutrição mineral

O estado nutricional das estacas tem sido correlacionado com o enraizamento, onde normalmente estacas bem nutridas enraízam melhor. Existem evidências de que estacas provenientes de plantas bem nutridas, porém com menores teores de nitrogênio que plantas bem nutridas deste nutriente, enraízam com mais facilidade (Fachinello, 1986; Moe e Andersen, 1987; Menziez, 1992). Nesta situação, o maior índice de enraizamento tem sido atribuído ao maior

acúmulo de carboidratos ou pela redução dos níveis de citocinina na estaca (Fachinello, 1986).

A nutrição da planta matriz exerce forte influência sobre o enraizamento. Propágulos colhidos de mesma planta-matriz em diferentes épocas do ano e que apresentam enraizamento diferentes, podem estar relacionados ao teor de carboidratos da matriz. Apesar de muitos fatores não serem bem explicados, sabe-se que o teor de carboidratos na planta matriz deve ser alto (Fachinello, 1986) e o de nitrogênio, baixo (Fachinello, 1986; Moe e Andersen, 1987; Menzies, 1992; Hartmann et al., 1997).

As reservas parecem ser indispensáveis à sobrevivência do propágulo até que ocorra o enraizamento e posterior desenvolvimento. Nos casos em que há retenção das folhas por parte dos propágulos, as reservas em um nível conveniente não só facilitam a emissão de raízes, mas também as folhas incrementam a fotossíntese. Boa parte dos produtos da fotossíntese transfere-se para a base da estaca, contribuindo para a formação de primórdios radiculares (Gomes, 1987).

Segundo Malavasi (1994), existem dados limitados demonstrando que a mobilização de nutrientes minerais durante a iniciação radicular é diferente da mobilização que ocorre durante o crescimento e desenvolvimento da raiz. Isto sugere que, dentro de certos limites, o *status* nutricional da planta-mãe, possui maior impacto no crescimento e desenvolvimento radicular que na iniciação radicular. Esta observação sugere que a influência da nutrição mineral na iniciação radicular é altamente dependente dos níveis iniciais dentro do material vegetativo, que são determinados por parâmetros ambientais e de desenvolvimento, os quais por sua vez, alteram outros fatores conhecidos por sua correlação com o enraizamento (auxina e estado de diferenciação, etc). Entretanto, a extensão dos resultados em prevenir ou retardar o enraizamento e em influenciar o crescimento e vigor pós-propagação não são conhecidos.

Wendling (1999) observou que após a quarta coleta de miniestacas no jardim miniclonal de *Eucalyptus* spp., houve um ligeiro excesso de nutrientes, principalmente em termos de micronutrientes, com base nas recomendações de

Barros (1997). Este fato pode ter provocado ligeira intoxicação das minicepas, levando a uma diminuição significativa na produção de miniestacas pelas minicepas e no percentual de enraizamento.

Segundo Mengel e Kirkby (1982), Blasich (1987), Chalfun (1989) e Hartmann et al. (1997), a nutrição equilibrada dos propágulos vegetativos a serem propagados é de fundamental importância no processo de estaquia, presumindo-se a mesma importância para a miniestaquia.

A adubação da planta matriz antes da coleta de estacas tem sido recomendada, em vista desta prática apresentar um efeito altamente significativo nos índices de enraizamento e na velocidade de formação de raízes (Assis, 1986; Blasich, 1987). Uma nutrição balanceada é fundamental para a sobrevivência das minicepas e nos aspectos que tangem as miniestacas, além de uma sustentabilidade na produção.

Hemberg (1951), citado por Ono et al. (1992), verificou o efeito de vários íons, sobre o enraizamento de estacas de *Phaseolus vulgaris* L., demonstrando que o boro, fornecido como ácido bórico, aumentou a produção de raízes, enquanto estacas sem tratamento com boro, não apresentaram raízes. O autor relata que, muitas vezes, o fornecimento de boro, pode ocorrer pela simples presença do elemento como contaminante da água.

Weiser (1959), citado por Ono et al. (1992), trabalhando com estacas de clematis, verificou que os tratamentos com boro mais AIB, estimularam o enraizamento de estacas. Em estacas de *Morus alba* L. também houve alta percentagem de enraizamento com a interação de 200 mg L⁻¹ de AIB e 25 mg L⁻¹ de boro (Misra e Jauhari, 1970, citados por Ono et al., 1992). Também citado pelos mesmos autores, Góreka (1979), trabalhando com estacas de *Vaccinium* tratadas com AIB e boro, verificou que quando as estacas eram tratadas com 100 mg L⁻¹ de AIB a porcentagem de enraizamento foi de 40%; quando tratadas com 50 mg L⁻¹ de AIB mais 50 mg L⁻¹ de boro a porcentagem de enraizamento passou para 85%, o dobro daquela só tratada com auxina. Ono et al. (1992), enraizando estacas de camélia, adicionaram boro à solução nutritiva; este tratamento comparado à testemunha apresentou enraizamento superior.

Middleton et al. (1978), citados por Ono et al. (1992), verificaram que em estacas de *Phaseolus aureus* tratadas com auxina e boro, houve triplicação no comprimento das raízes formadas. Este fato já havia sido relatado por outros autores, confirmando que a iniciação das raízes nas estacas é estimulada pela auxina, e o posterior crescimento radicular se deve ao ácido bórico (Ono et al., 1992).

Há elevação no sistema AIA-oxidase na falta de boro; assim, níveis desse fitohormônio nas raízes, aumentariam a níveis inibitórios ao crescimento (Bohnsack e Albert, 1977, citados por Ono et al., 1992). Lewis (1980), citado por Ono et al. (1992) enfatiza um relacionamento metabólico no qual o boro, os compostos fenólicos e peroxidases/AIA-oxidases interagem entre si e com as auxinas. A relação entre boro, auxina e atividade peroxidase/AIA-oxidases não está clara, existindo opiniões contraditórias.

Segundo Skoog (1940), citado por Kersten (1990), existe uma relação entre zinco e auxina. A diminuição de auxina precede visível sintoma de deficiência em zinco. Em plantas mantidas com níveis extremos de deficiência em zinco, o aumento de auxina ocorre em poucos dias após a aplicação de zinco na solução. O zinco não é requerido somente para síntese de auxina, mas para a manutenção de um estado ativo, onde a sua ausência acarreta a excessiva destruição de auxina.

Os métodos, as doses e as épocas de incorporação do adubo no substrato de cultivo devem ser bastante criteriosos, pois, além de garantir o bom crescimento e qualidade da muda, a adubação é o principal meio que o viveirista possui no manejo das mudas. Na fase de viveiro, os adubos mais recomendados, dado suas características físicas e químicas, segundo Gonçalves et al. (2000) são: o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio; preferencialmente na forma de pó, de modo a facilitar a homogeneização das doses de adubo no substrato de cultivo das mudas.

2.3.4. Fatores ambientais: temperatura, umidade e luz

As condições ambientais durante o período de enraizamento são considerados fatores importantes para o sucesso da propagação vegetativa. A importância da temperatura é relacionada com a função regulatória no metabolismo do propágulo vegetativo. Uma temperatura adequada favorece a formação de raízes adventícias e, segundo Hartmann et al. (1997) é importante que o desenvolvimento da raiz preceda o da parte aérea.

Estudos mostram que há uma interação complexa da temperatura com o nível hormonal endógeno de auxinas (e outros hormônios), entre outros.

Tudo indica que a temperatura em condições tropicais e subtropicais deve variar entre 25° e 30°C no ambiente e no substrato deve ser mais elevada, visando proporcionar maior atividade na base da estaca, reduzindo, simultaneamente, a respiração e a perda de água pela parte aérea, prolongando, assim o seu bom estado fisiológico (Gomes, 1987). A flutuação da temperatura é prejudicial à sobrevivência das estacas e, conseqüentemente, para o seu desenvolvimento.

Hansen (1989), citado por Kersten (1990), menciona que a temperatura de 17° C por nove semanas, inibe quase que completamente a emissão de raízes em *Stephanotis floribunda*; porém, com temperatura inicial de 17°C por duas, três ou quatro semanas e depois sendo mantida a 23°C, a percentagem de estacas de ramos enraizadas é de 92 a 98%.

Segundo Loach (1987) e Chalfun (1989), a temperatura do ar excessivamente alta deve ser evitada, pois pode promover brotações na parte aérea antes do enraizamento, o que leva a um consumo excessivo de reservas, devido à elevação da transpiração e, conseqüentemente, perda de água pelas folhas.

Quanto à umidade, esta é indispensável para a propagação vegetativa por enraizamento de estacas e miniestacas.

A característica central da performance de materiais propagados com área fotossintética é de que estas, por não apresentarem raízes, facilmente

desenvolvem deficiência hídrica. Cameron e Hook (1974), citados por Malavolta (1994), demonstraram que estacas de *Pinus radiata* ganham mais água através da base e da folhagem imersa no substrato úmido, do que a folhagem exposta à pulverização ou da epiderme do caule abaixo da superfície do solo.

As folhas remanescentes nos materiais vegetativos que são colocados para enraizar devem se manter túrgidas até que a água absorvida pela raiz seja suficiente para suprir as necessidades da planta e a perda por transpiração. Uma perda excessiva de água por transpiração pode levar à morte antes da emissão de raízes. Plantas de fácil enraizamento formam raízes mais rapidamente e assim têm condições de suprir a água necessária antes da planta de difícil enraizamento (Hartmann et al., 1997).

Nas estruturas de aclimatização, como as da casa de vegetação, a umidade relativa deve ser em torno de 80-100%, mantendo um sistema de nebulização intermitente, para que as folhas e o substrato mantenham uma quantidade de água que reduza a transpiração e tenham temperatura constante. A taxa de perda de água pela folhagem é determinada pelo gradiente do vapor de água entre as folhas e o ar circunvizinho mais a resistência ao caminamento (cuticular, estomatal, etc) (Malavasi, 1994).

A luz está relacionada com vários processos ligados ao crescimento vegetal e assim, é de fundamental importância o seu fornecimento para a emissão de raízes. É indispensável para a síntese de carboidratos que são fontes de energia e de esqueletos de carbono necessários para a formação de novos tecidos para o material vegetativo (Davies, 1987; Hartmann et al., 1997). Isto significa que a quantidade de luz deve ser suficiente para garantir uma fotossíntese que forneça carboidratos em quantidade para as estacas se desenvolverem e formarem raízes; isto posto, existe um limite mínimo abaixo do qual o crescimento e desenvolvimento cessam. Conseqüentemente, se as plantas doadoras apresentam baixas concentrações de carboidratos e se as estacas delas obtidas forem enraizadas sob condições restritas de fotossíntese líquida, haverá pouca energia disponível para suportar o enraizamento (Malavasi, 1994).

A luz relaciona-se também com a auxina e cofatores produzidos nas folhas ou gemas (ou em ambos), que interagem num efeito sinérgico com as auxinas, atuando na diferenciação de raízes (Thompson, 1992).

A irradiância exerce influência no aumento de temperatura da folha e, assim, na pressão de vapor dentro dos tecidos; influencia, também, a componente estomatal via alteração no nível de dióxido de carbono dentro da folha e do turgor celular (Malavasi, 1994).

No entanto, deve-se atentar para o excesso de luz, que, em algumas regiões, precisa ser reduzida; para isso são utilizados sombrites na estrutura da casa de vegetação, para controlar a incidência luminosa.

2.3.5. Substrato

O substrato no qual são colocadas as estacas, influencia o enraizamento (Gomes, 1987). Este realiza a função de sustentar as estacas durante o período de enraizamento, proporciona umidade, é fonte de nutrientes e local de armazenamento da adubação aplicada e permite aeração em suas bases (Hartmann et al., 1997).

O oxigênio é indispensável para atender à respiração resultante dos processos de calejamento e emissão de raízes (Paiva e Gomes, 2001). O crescimento e eficiência do sistema radicular são muito influenciados pela aeração do solo, dado o crescimento ser um processo que requer energia obtida das células das raízes, que, por meio da respiração, retiram o oxigênio do ar retido nos interstícios das partículas sólidas do substrato (Sturion, 1981).

O substrato ideal para produção de mudas de espécies florestais é aquele que apresenta uniformidade em sua composição, baixa densidade, boa porosidade, boa capacidade de campo e troca catiônica, boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, isento de pragas, organismos patogênicos e ervas daninhas (Paiva, 2000).

A boa formação das mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para produção de madeira e, ou, para recuperação de áreas degradadas,

conforme Gonçalves e Poggiani (1996), está relacionada com o nível de eficiência dos substratos, pois a germinação das sementes, a iniciação radicular e o enraizamento de estacas e a formação do sistema radicular e da parte aérea estão associados com a boa capacidade de aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes nos mesmos. Essas características são altamente correlacionadas entre si. As duas primeiras estão relacionadas com a macroporosidade, já a retenção de água e nutrientes está relacionada com a microporosidade e superfície específica do substrato.

De acordo com Gonçalves et al. (2000), há vários substratos que são utilizados juntos ou isolados que podem ser misturados com adubos. Vários experimentos devem ser realizados para a escolha do melhor substrato para atender às necessidades do enraizamento.

2.3.6. Aspectos bioquímicos do enraizamento

Diversos aspectos bioquímicos têm sido relacionados com a propagação vegetativa, vários compostos podem estar envolvidos no enraizamento de propágulos e estes têm sido estudados e correlacionados com o potencial rizogênico do material. Dentre estes fatores envolvidos no enraizamento pode-se citar os carboidratos.

Durante o enraizamento os propágulos vegetativos requerem energia, portanto altos níveis de carboidratos nestes têm sido considerados importantes para obtenção do enraizamento e na velocidade deste (Chalfun, 1989; Hartmann et al., 1997). O teor de proteína e carboidratos é alto no estágio de enraizamento (Rout et al., 1995).

As reservas orgânicas, principalmente o amido, constituem um fator importante para o desenvolvimento de raízes adventícias, pois quando presente na estaca constitui-se a única fonte de carboidratos que irá promover a energia necessária para iniciação e desenvolvimento dos primórdios radiculares. (Fachinello, 1986).

Os carboidratos servem como fonte de energia e de esqueletos de carbono necessários para a produção de novos tecidos (Malavasi, 1994). Os carboidratos não possuem um papel regulatório no enraizamento, entretanto, correlação positiva entre estes e o enraizamento pode mostrar que o suprimento de produtos da fotossíntese são suficientes para suportar o enraizamento ótimo (Hartmann et al., 1997).

Segundo Veierskov (1987) e Malavasi (1994) em condições onde a fotossíntese é limitada, o teor inicial de carboidratos deve ser suficiente para suprir de energia a estaca durante o período de enraizamento.

A relação entre carboidratos e formação de raízes traz controvérsias (Hartmann et al., 1997; Bartolini et al., 1996). Desde que Krause e Kraybill (1918) citados por Hartmann et al. (1997), hipotetizaram a importância da relação C/N no crescimento e desenvolvimento das plantas, a capacidade de enraizamento tem sido estudada em relação ao conteúdo de carboidratos. Uma alta relação C/N em tecidos promove o enraizamento mas não exatamente prediz o grau de resposta ao enraizamento (Veierskov, 1987; Hartmann et al., 1997).

A mobilização de reservas em estacas de uva decresce 80% nos primeiros vinte dias de enraizamento, verificando-se correlação positiva entre a mobilidade de carboidratos e o enraizamento (Bartolini et al., 1996).

Segundo Magingo e Dick (2001), a espécie *P. angolensis* possui um maior estoque de carboidratos que facilita o seu melhor enraizamento comparada com a espécie *Betula spiciformis* que é mais dependente da produção de assimilados durante a época de propagação.

Estacas de *Khaya ivorensis* avaliadas aos 0, 10, 20 e 30 dias na casa de vegetação demonstraram um declínio no conteúdo de açúcar redutor e amido após o 10º dia com posterior aumento a partir do 20º dia (Tchoundjeu e Leakey, 2000).

Resultados de estudos de MingXia et al. (2000), demonstraram que a porcentagem de enraizamento foi alta e positivamente correlacionada com o conteúdo de açúcares solúveis mas negativamente correlacionada com o conteúdo de amido para a espécie estudada.

2.4. Teca, jequitibá rosa e pau mulato

2.4.1. Teca

A teca (*Tectona grandis*) é de ocorrência natural na floresta decídua entre 9° e 26° latitude norte e 73° e 104° de longitude leste, incluindo o centro e sul da Índia, Myanmar, norte da Tailândia e Laos. Foi introduzida posteriormente no sudoeste da Ásia em países como, Indonésia, Sri-Lanka, Vietnã, leste e oeste da Malásia, e alguns países africanos como Nigéria e Tongo. Em 1990, a espécie encontrava-se distribuída em 25 milhões de hectares, mas ainda com a produção inferior à necessária (Bonal e Monteuis, 1997). A origem do desenvolvimento de numerosas plantações e empreendimentos foi sua utilização em mobílias, construções de navios e edificações, dada à alta qualidade da madeira quanto à durabilidade, trabalhabilidade, resistência a cupins, fungos e ao tempo (White, 1991). É uma árvore de grande porte, alcançando alturas superiores a 50 metros e diâmetros (DAP) de até 2,50 metros (Cárceres, 1997).

A teca é uma das madeiras mais importantes do mundo, sendo que o seu valor econômico depende do seu diâmetro e da sua coloração (CTFT, 1990).

Pode crescer em regiões com precipitação anual tão baixa quanto 600 mm e tão altas quanto 5000 mm. A precipitação que favorece o seu crescimento varia entre 1240 e 3750 mm. A teca adapta-se bem em condições úmidas, secas e semi-áridas, mas não resiste a geadas e frio intenso (Mascarenhas e Muralidharan, 1993).

O clima tropical quente e úmido é bastante favorável para a teca (Hedegart, 1976, citado por Monteuis et al., 1995). O Brasil é um país promissor em relação a esta espécie pelo clima tropical, quente e úmido, o que favorece um rápido crescimento da espécie, e por possuir grandes extensões territoriais.

O meio tradicional de propagação desta espécie é através de sementes. Para *Tectona grandis*, a produção por sementes se mostra insatisfatória pela

baixa germinação (Bonal e Monteuis, 1997), e pelo número de sementes produzidos por árvore. A produção de sementes é variável de um ano para outro e os indivíduos têm grande variabilidade mesmo dentro da mesma progênie (Kaosa-ard, 1986; White, 1991). Esta variabilidade genética está relacionada a parâmetros como crescimento, forma da árvore e características tecnológicas e estéticas (Dupuy e Verhaegen, 1993). A baixa capacidade de germinação ocorre devido a fatores como a origem, o armazenamento, o condicionamento e os tratamentos de semente anteriores à sementeira (Kaosa-Ard, 1986; White, 1991).

Inúmeros trabalhos já foram conduzidos em outros países visando avaliar a capacidade desta espécie quanto à propagação vegetativa. Verificou-se uma alta capacidade de enraizamento da espécie nos variados métodos utilizados, como a estaquia; enxertia e micropropagação (Monteuis e Bom, 1987; Monteuis e Poupard, 1992, 1993; Monteuis, 1993; Mascarenhas e Muralidharan, 1993; Monteuis e Vallauri, 1994; Vallauri, 1994a, b, c; Monteuis et al., 1995).

Mahmood Husain et alii (1976), citados por Monteuis e Poupard (1993), trabalhando com enraizamento de brotações de tocos de teca observaram quase 100% de enraizamento.

Estacas de brotações, com dois ou três pares de folhas, colocadas em sacos plásticos contendo substrato composto de uma mistura de areia e esterco de curral, apresentaram alto enraizamento sem adição de nenhum tipo de hormônio (Monteuis, 1993).

Por estes fatores, a propagação vegetativa desta espécie pode ser uma alternativa viável, facilitando sua produção de mudas e, assim, intensificando o seu plantio.

2.4.2. Jequitibá

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).

A sua madeira 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. Suas sementes são consumidas por macacos. A árvore possui qualidades ornamentais, entretanto, devido ao seu grande porte é apenas recomendada para o paisagismo de parques e grandes jardins. Nos reflorestamentos homogêneos com fins ecológicos é indispensável (Lorenzi, 1992) e também para o manejo de flora e fauna. A casca e frutos possuem propriedades medicinais sendo utilizada como fortificante e contra tosse, asma e fraquezas pulmonares.

É uma das espécies incluídas na lista de espécies em extinção, na categoria vulnerável segunda Figliolia et al. (2000). Existem, no Brasil, diversos exemplares considerados patrimônio histórico e a viabilidade de multiplicação desta espécie por outras técnicas além da semente, deverá contribuir para o desenvolvimento silvicultural da espécie.

Santos (2001) utilizando-se da miniestaquia para propagação de jequitibá rosa concluiu que a referida técnica era viável para produção de mudas desta espécie e que a aplicação hormonal era necessária, apresentando o melhor resultado com 2000 mg L⁻¹ do regulador de crescimento AIB.

2.4.3. Pau mulato

O pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.) é uma espécie pertencente à família *Rubiaceae*, com ocorrência na região Amazônica. Seu porte é de 20-30 m de altura e 30-40 cm de diâmetro. É uma planta perenifólia, heliófita ou esciófita, higrófita, característica da mata de várzea permanentemente inundada da floresta pluvial amazônica. Pode ser encontrada tanto no interior da mata primária densa como em formações secundárias. Ocorre geralmente em agrupamentos quase homogêneos denominados de "capironais". Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, facilmente disseminadas pelo vento (Lorenzi, 1992).

Sua madeira é utilizada para marcenaria, confecção de esquadrias, cabos de ferramentas, artigos torneados, compensados, entre outros. A árvore é extremamente ornamental, principalmente por seu tronco liso muito decorativo. Pode ser empregada com sucesso no paisagismo, principalmente para formação de aléias e alamedas. Indicada também para plantios mistos em áreas ciliares degradadas (Lorenzi, 1992).

Apesar da grande quantidade de sementes produzidas pela espécie, existe dificuldade de produção de mudas provenientes destas, pelo crescimento muito lento e desuniforme. Desta forma, torna-se interessante a produção de mudas através da propagação vegetativa em especial a estaquia e suas variantes.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material experimental

O experimento foi desenvolvido no Viveiro de Pesquisas Florestais, do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

As mudas de jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) utilizadas no presente experimento, foram obtidas a partir de sementes e foram coletadas em árvores na micro-região de Viçosa/ MG. Em relação à teca (*Tectona grandis* Linn. f.), as mudas utilizadas no presente estudo foram obtidas a partir de sementes fornecidas pela empresa Berté Florestal localizada no município de Juína no estado do Mato Grosso. As sementes utilizadas para produção das mudas de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.) foram coletadas no município de Coronel Pacheco/ MG.

3.2. Formação e manejo dos jardins miniclonaís

Baseando-se na técnica de miniestaquia descrita por Xavier e Wendling (1998), o jardim miniclonaís das espécies estudadas foi formado a partir de minicepas obtidas por propagação sexuada (semente) as quais foram conduzidas a pleno sol.

Utilizou-se substrato comercial, composto de casca de pinus compostada e adubada, e como recipientes, tubetes de 280 cm³ de capacidade.

As minicepas foram adubadas com macronutrientes e micronutrientes; duas vezes por semana com 0,05 g de adubo por minicepa (N_{total}= 15%; P₂O₅= 15%; K₂O= 20%; Ca= 1,1%; S= 4%; Mg= 0,4%; Zn= 0,05%; B= 0,05%; Fe= 0,1% e Mn= 0,03%).

Os tratos culturais constituíram-se de irrigações necessárias à manutenção do vigor hídrico, podas seletivas na coleta e manutenção das miniestacas necessárias à experimentação.

3.3. Obtenção e enraizamento das miniestacas

As miniestacas com dimensões variando de 2 a 5 cm de tamanho foram coletadas nas minicepas e acondicionadas em recipientes contendo água, visando manter as condições de turgescência até a etapa de estaqueamento. O período entre a confecção das miniestacas e o estaqueamento em casa de vegetação, foi o mais reduzido possível (variando de 10 a 30 minutos).

Para o enraizamento foram utilizados tubetes plásticos de 55 cm³ de capacidade, utilizando substrato comercial composto de casca de pinus compostada e adubada. As miniestacas foram introduzidas no substrato, tendo sido dada atenção à centralização, retidão, profundidade e firmeza. Foram aplicados reguladores de crescimento via líquida, dissolvido em hidróxido de sódio (NaOH) e diluído em água destilada, conforme descrito a seguir para cada espécie:

1. Teca: não foi utilizado regulador de crescimento.
2. Jequitibá rosa: foram avaliados os reguladores de crescimento AIB e ANA. Foram testados nas dosagens de 0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹.
3. Pau mulato: foi utilizado AIB e ANA nas dosagens de 0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹.

A casa de vegetação foi climatizada para umidade relativa do ar superior a 85% e temperatura média de 28°C. O controle de fungos patogênicos foi feito através de métodos preventivos relacionados à limpeza da casa-de-vegetação e manejo do jardim miniclonal. Quanto à luminosidade no interior da casa de vegetação, esta foi reduzida em 50% pelo uso de sombrite externo à estrutura.

Após o período de enraizamento (teca e pau mulato= 30 dias e jequitibá rosa= 60 dias), as miniestacas foram aclimatadas 7 dias em casa de sombra, com sombrite de 50%, seguindo posteriormente para pleno sol.

3.4. Avaliações

3.4.1. Produção e sobrevivência das minicepas

Os jardins miniclonais foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado em três repetições. A capacidade produtiva das minicepas foi avaliada mediante coletas das miniestacas, observando a sobrevivência das minicepas a cada coleta. Para o pau mulato foram realizadas coletas de 15 em 15 dias, para a teca foram coletadas de 15 em 15 dias verificando os resultados mensais e para o jequitibá rosa mensalmente. Para o jequitibá rosa foram realizadas 3 coletas, para o pau mulato 4 coletas e para a teca 12 coletas.

3.4.2. Sobrevivência, enraizamento e vigor das miniestacas

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em três repetições com 8 miniestacas, para cada tratamento utilizado. Foram realizadas as seguintes avaliações:

1) Teca

1.1) Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação, 30 dias após o estaqueamento;

1.2) Porcentagem de enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra, considerando-se a permanência de sete dias;

1.3) Sobrevivência aos 90 dias, após o estaqueamento.

2) Pau mulato:

2.1) Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação, 30 dias após o estaqueamento;

2.2) Porcentagem de enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra;

2.3) Vigor de enraizamento: O vigor de enraizamento das miniestacas foram observados por meio de avaliações aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias, após o estaqueamento, quando foram determinados o comprimento da maior raiz, a altura da parte aérea, o peso de matéria seca das raízes, peso de matéria seca da parte aérea, o incremento em altura e a relação raiz/ parte aérea. Em cada avaliação (aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias), foram utilizadas 3 miniestacas para cada tratamento.

3) Jequitibá rosa:

3.1) Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação, 60 dias após o estaqueamento;

3.2) Porcentagem de enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra;

3.3) Altura da parte aérea, diâmetro do colo e sobrevivência das mudas aos 90 dias após o estaqueamento.

3.4.3 Análises bioquímicas

Neste trabalho avaliou-se a relação entre amido e açúcares redutores com o enraizamento de miniestacas de pau mulato.

Para a realização das análises de amido e açúcar redutor, coletaram-se 3 miniestacas aos 0, 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento em todos os tratamentos com reguladores de crescimento durante 3 coletas. Estas foram levadas para o laboratório e secas em estufa a 70° C por 24 hs.

Na amostra seca e moída foi adicionado 10 mL de éter de petróleo por cinco vezes para extração de lipídios. A amostra foi levada à estufa em temperatura de 40° C para evaporação do éter sendo posteriormente pesadas 3 repetições de 50 mg. Para extração do açúcar redutor foi utilizada a metodologia descrita por Buckeridge e Dietrich (1990). Foi adicionado a amostra 1 mL de etanol 80 %, levado a banho Maria a 75° C por 15 minutos e centrifugado a 13.000 rpm retirando o sobrenadante, este procedimento foi realizado 5 vezes. Para quantificação do açúcar redutor foi utilizado a metodologia descrita por Dubois et al. (1956), foi utilizado 5 µL de amostra do sobrenadante, 500 µL de água, 500 µL de fenol e 2,5 mL de ácido sulfúrico. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490 nm.

Para quantificação de amido foi utilizada a metodologia descrita por Passos (1989). Foi adicionada à amostra 1 mL de ácido perclórico 75% por 15 minutos e sendo então centrifugada a 13.000 rpm por 5 minutos. Depois foram

retirados 5 μL de amostra do sobrenadante e adicionados 500 μL de água, 500 μL de fenol e 2,5 mL de ácido sulfúrico (Dubois et al. 1956). Foi utilizada a curva fenol-sulfúrico e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro no comprimento de onda de 490 nm. Os dados obtidos foram transformados após análise de regressão considerando o peso da amostra.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Produção e sobrevivência das minicepas

Verificou-se alta sobrevivência das minicepas nas sucessivas coletas, sendo superior a 97% para teca, superior a 99% para o pau mulato e superior a 98% para o jequitibá rosa. Estes percentuais indicam que a metodologia utilizada apresentou-se eficiente para as espécies estudadas, concordando com os resultados obtidos para *Eucalyptus* spp (Wendling, 2000a,b; 2002 e Titon, 2001) e algumas espécies florestais nativas (Santos, 2001), demonstrando potencial de aplicação desta técnica para estas espécies florestais.

Em relação à produção de miniestacas por minicepa de pau mulato, conforme apresentado na Figura 1, observa-se que as médias para cada coleta variaram de 3,6 a 5,0 miniestacas por minicepa, sendo a primeira coleta superior às demais. Este fato pode ter sido ocasionado por um maior vigor inicial apresentado pelas minicepas, ou ser atribuído à falta de ajuste nutricional no jardim miniclinal à medida que as coletas foram sendo realizadas. Esta variação entre as coletas também pode ser atribuída a outros fatores como variação de temperatura, exaustão temporária das minicepas e manejo e tratamentos culturais adotados no jardim miniclinal.

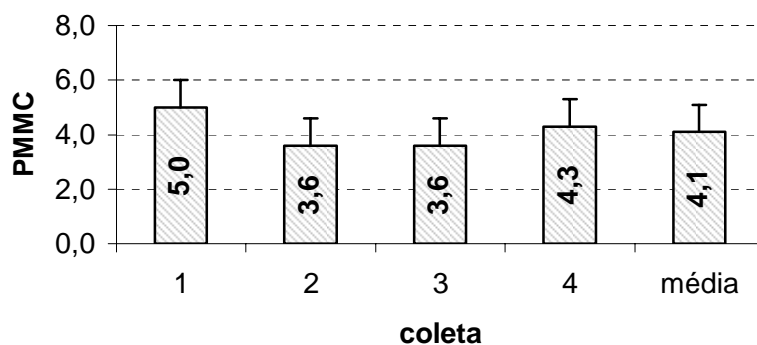


Figura 1 - Produção de miniestacas por minicepa por coleta (PMMC) e média das quatro coletas em pau mulato (*Calycophyllum spruceanum*). Barras verticais indicam os desvios das médias.

Considerando as quatro coletas realizadas, a produção média mensal observada foi de 8,2 miniestacas por minicepa, sendo este valor semelhante aos obtidos por Titon (2001) e superior aos obtidos por Xavier e Comério (1996) e Wendling (2000a) para clones de *Eucalyptus* spp. Estes valores também são superiores aos obtidos por Santos (2001) trabalhando com jequitibá rosa, mogno, canjerana e cedro.

Quanto à produção média de miniestacas por minicepa de teca, nota-se uma variação de 1,1 a 2,0 miniestacas por minicepa nas 6 coletas mensais realizadas (Figura 2), com média mensal de 1,7 miniestacas por minicepa.

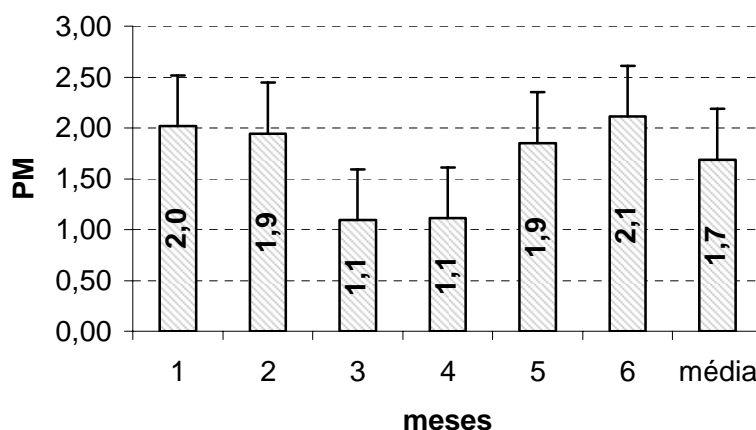


Figura 2 - Produção média mensal de miniestacas por minicepa (PM) de teca (*Tectona grandis*). Barras verticais indicam os desvios das médias.

O comportamento cíclico apresentado demonstra o efeito da sazonalidade na produção de miniestacas desta espécie, concordando com Nautiyal et al. (1991, 1992). Nos meses 1 e 2 as coletas foram realizadas em época de temperatura mais alta (no período de verão), enquanto nos meses 3 e 4 a temperatura era mais baixa (início do período de inverno). No período de inverno as minicepas não produziram miniestacas, entrando em um período de dormência. Quando realizadas as coletas nos meses 5 e 6, as minicepas já haviam se recuperado do período de dormência e a temperatura era mais elevada. Esta sazonalidade também foi verificada em outros trabalhos com teca e pode ser explicada pela dormência das gemas durante o inverno e pela atividade cambial (Nanda e Anand, 1970, citados por Nautiyal et al., 1991) e metabólica durante o verão (Bala et al., 1969; Purohit, 1986, citados por Nautiyal et al., 1991).

Comparando estes valores aos encontrados para pau mulato neste mesmo trabalho, para clones de *Eucalyptus* spp. e para espécies nativas como citado anteriormente, verifica-se uma redução na produção de miniestacas por minicepa para a teca. A menor produtividade encontrada para esta espécie pode ser atribuída às características genéticas e condições climáticas do local. Observou-se também que a espécie apresenta uma forte dominância apical inibindo as gemas laterais e brotações de tamanho menores se desenvolverem e atingirem os padrões de miniestacas adotados no intervalo de coletas. Mesmo realizando um controle de retirada das brotações que assumiriam a dominância apical, esta era rapidamente reestabelecida. A característica foliar da espécie também merece atenção especial pelo seu tamanho, que dificulta o manejo, podendo afetar a produção necessitando talvez de maiores recipientes para sua condução e maior controle da redução de área foliar.

Para jequitibá rosa conforme apresentado na Figura 3, a média foi de 3,9 miniestacas por minicepa por coleta. Verifica-se que a produção de miniestacas na primeira coleta foi inferior às demais, comportamento contrário ao encontrado para outras espécies, que geralmente possuem um valor inicial superior aos demais como os encontrados por Wendling (1999) trabalhando com clones de

Eucalyptus spp. Comparando a produção de miniestacas com a obtida por Santos (2001) trabalhando com esta mesma espécie, estas se mostram semelhantes.

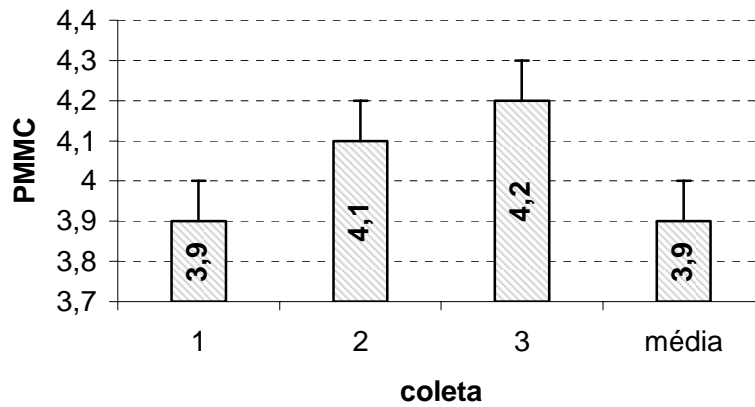


Figura 3 - Produção de miniestacas por minicepa por coleta (PMMC) e média das três coletas de jequitibá rosa (*Cariniana estrellensis*). Barras verticais indicam os desvios das médias.

4.2. Sobrevivência, enraizamento e vigor das miniestacas

4.2.1. Teca

4.2.1.1. Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação

Na Figura 4 estão apresentadas as percentagens de sobrevivência das miniestacas de teca na saída da casa de vegetação. Observa-se que os valores variaram entre as coletas, porém foram superiores a 80%, com média das coletas de 90,1% de sobrevivência. As miniestacas mortas na maioria dos casos apresentavam sintomas de excesso de irrigação, podendo ser um indicativo da necessidade de um maior controle ambiental na casa de vegetação que, provavelmente, acarretaria um maior índice de sobrevivência.

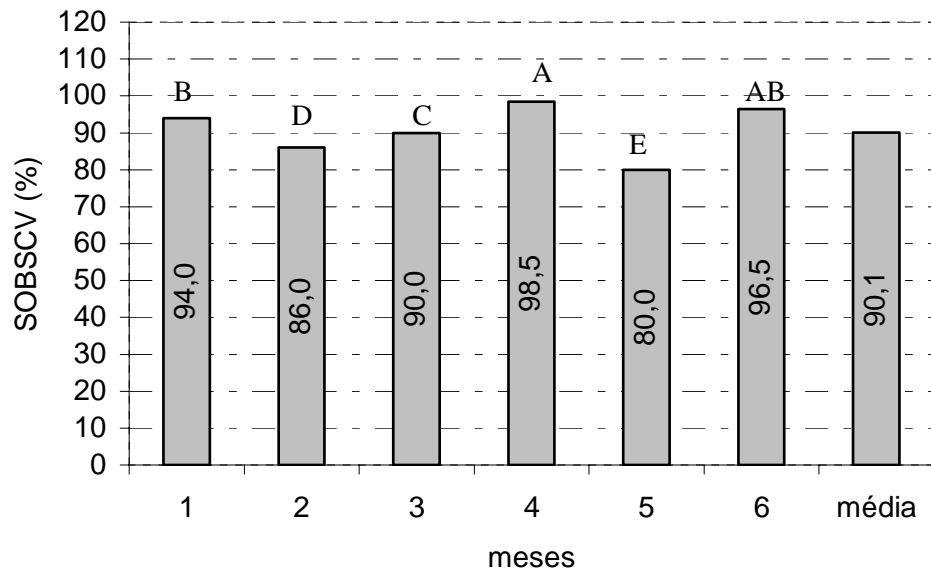


Figura 4 – Sobrevivência das miniestacas de teca na saída da casa de vegetação (SOBSCV) nos 6 meses e média. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

4.2.1.2. Enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra

Em teste preliminar objetivando avaliar a necessidade da aplicação de reguladores de crescimento, o enraizamento sem a aplicação de AIB mostrou-se superior aos demais, indicando a não necessidade da aplicação de regulador de crescimento AIB para o enraizamento de teca por miniestaqueia.

Como a não aplicação de reguladores de crescimento foi superior aos demais tratamentos, a Figura 5 mostra o enraizamento de miniestacas em 6 coletas subseqüentes sem a aplicação deste.

O enraizamento mínimo foi de 77,0% e máximo de 98,5% com média de 88,4% , sugerindo uma alta capacidade de enraizamento da teça, concordando com Nautiyal et al. (1991), Monteuis e Poupard (1993) e Monteuis (1993).

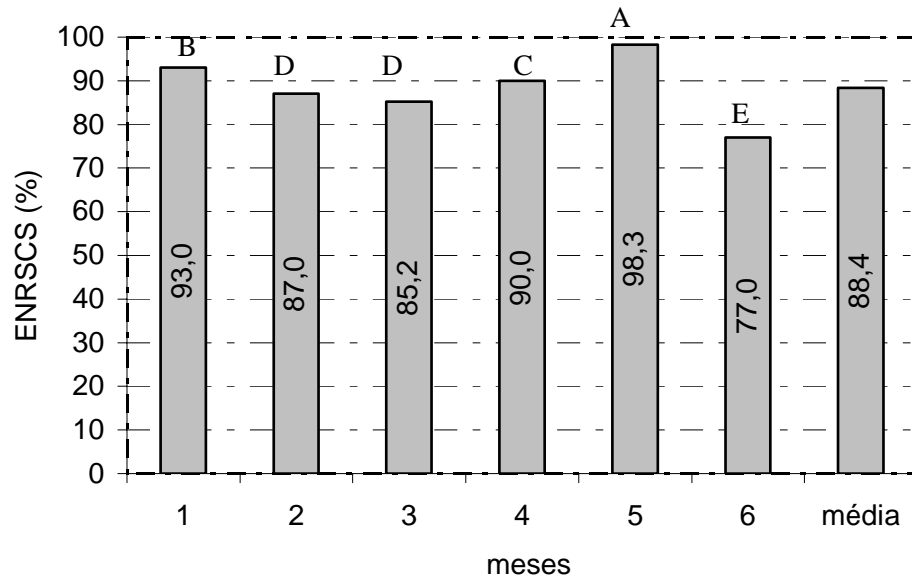


Figura 5– Enraizamento na saída da casa de sombra (ENRSCS) de miniestacas de teca sem aplicação de regulador de crescimento. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

4.2.1.3. Sobrevivência das miniestacas aos 90 dias

Os resultados de sobrevivência das mudas de teca aos 90 dias foram os mesmos encontrados na saída da casa de vegetação. Este fato demonstra que a espécie provavelmente já havia se estabelecido e não sofreu com a mudança de condições quando colocada a pleno sol, indicando que a espécie se adapta bem a mudanças de ambiente realizadas no processo de propagação. Como citado por Mascarenhas e Muralidharan (1993), a teca apresenta característica de se adaptar a diferentes ambientes, com exceção a frio intenso e geada.

4.2.2. Pau mulato

4.2.2.1. Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação

A sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação foi de 100%, nas 4 coletas realizadas, independente da dose e tipo de regulador de crescimento utilizado, demonstrando uma certa rusticidade das miniestacas. Isso pode estar associado a um alto vigor vegetativo das miniestacas, bem como da habilidade desta espécie para a propagação vegetativa. Segundo Iritani e Soares (1983), embora a sobrevivência das estacas na saída da casa de vegetação não seja uma garantia do seu enraizamento, ela é o principal fator para se alcançar tal objetivo.

4.2.2.2. Enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra

Quando se analisa o enraizamento na saída da casa de sombra e aos 60 dias após o estaqueamento para a espécie pau mulato verificou-se 100 % de enraizamento, confirmando o comportamento apresentado na saída da casa de vegetação. Tal fato pode ser explicado pelos mesmos fatores citados para sobrevivência no item 4.2.1.1, ou seja, alto vigor vegetativo das miniestacas e habilidade desta espécie para propagação vegetativa por miniestaquia, bem como ao grau de juvenilidade do propágulo.

Miranda e Valentim (1998) utilizando estaquia de árvores adultas de pau mulato para cerca viva, observaram que estas não apresentavam capacidade de propagação por esta técnica. Segundo Hartmann et al. (1997), este fato pode ser decorrente, entre outros fatores, a que materiais provenientes de fontes mais jovens enraízam com maior facilidade quando comparados com os provenientes de fontes mais maduras.

Apesar do uso de reguladores de crescimento não ter influenciado a porcentagem de enraizamento, nas dosagens utilizadas, este antecipou o enraizamento como pode ser verificado nas Figuras no Anexo 1.

4.2.2.3. Vigor de enraizamento de miniestacas de pau mulato

No Quadro 1, encontram-se os resultados relativos ao comprimento da maior raiz, altura da parte aérea, peso seco radicular e relação raiz/ parte aérea aos 20, 30, 45 e 60 dias. Aos 10 dias ainda não se constatou a inicialização do enraizamento das miniestacas, sendo então não considerado nas análises estatísticas.

Quadro 1- Resultados da análise de variância para o comprimento da maior raiz (COMP), altura da parte aérea (ALT), peso seco radicular (PSR), e relação raiz x parte aérea (R/PA) aos 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento de miniestacas de pau mulato

FV	GL	Quadrados Médios			
		COMP ¹ (cm)	ALT ¹ (cm)	PSR (g)	R/PA
Regulador (Reg)	1	5,8411 ^{ns}	0,2625 ^{ns}	0,0549 ^{ns}	0,0069 ^{ns}
Dosagem (Dos)	3	11,7588 ^{**}	1,1406 ^{ns}	0,2752 ^{ns}	0,0011 ^{ns}
Tempo (T)	3	647,1345 [*]	48,7005 [*]	0,5555 [*]	0,0990 [*]
Reg* Dos	3	0,1393 ^{ns}	0,1992 ^{ns}	0,0175 ^{ns}	0,0027 ^{ns}
Reg * T	3	1,5207 ^{ns}	2,0179 [*]	0,1315 ^{ns}	0,0010 ^{ns}
Dos * T	9	2,4370 ^{ns}	0,6651 ^{ns}	0,4190 [*]	0,0077 [*]
Reg * Dos * T	9	1,4837 ^{ns}	0,3919 ^{ns}	0,1116 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
Resíduo	64	3,4045	0,4383	0,1999	0,0035
Média Geral	-	8,79	6,41	0,1883	0,1295
CV _{exp} (%)	-	21,0	10,3	75,1	46,1

“*” significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

“**” significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹/ Dados não transformados em virtude da normalidade apresentada pelo teste de Lilliefors e ho,mogeneidade de variâncias pelos testes de Cochran e Bartlett.

Verifica-se que das interações regulador x dosagem (Reg x Dos), regulador x tempo (Reg x T) e dosagem x Tempo (Dos x T), houve interação significativa regulador x tempo para a altura e interação dosagem x tempo para o peso seco radicular e a relação raiz/parte aérea. As Figuras 7 e 8 relacionam-se ao

comprimento da maior raiz de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias tratadas com diferentes dosagens de AIB (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹) e ANA (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹), onde verifica-se que houve um aumento progressivo mais pronunciado para determinadas dosagens. As dosagens de 1000 e 2000 mg L⁻¹ tanto para ANA quanto para AIB foram as que obtiveram maior comprimento da maior raiz aos 60 dias após o estaqueamento, embora não apresentassem diferenças significativas.

O comprimento da maior raiz é uma característica importante para conseguir sucesso no plantio da espécie no campo. Segundo Reis e Hall (1987) a absorção de água e nutrientes pode ser melhorada através de um sistema radicular mais extenso e profundo nas plantas arbóreas, possibilitando absorver água em camadas mais profundas do solo. Porém, além de um sistema radicular profundo a muda deverá possuir um bom número de raízes secundárias que são mais eficientes na absorção e exploram uma maior parte do solo.

A Altura da parte aérea de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias tratadas com diferentes dosagens de AIB e ANA (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹), são observadas nas Figuras 9 e 10, respectivamente. Estas apresentam dados variando de 8,00 a 9,95 cm para ANA e 7,5 a 8,5 cm para AIB aos 60 dias após o estaqueamento demonstrando superioridade do ANA para esta característica. Estes dados demonstram bom desenvolvimento em altura quando comparado ao trabalho de Santos et al. (2000) estudando cedro rosa, este aos 120 dias apresentou altura variando de 11 a 15 cm. A altura da parte aérea é uma das características utilizadas para determinar a qualidade das mudas e é considerada também como um dos mais importantes parâmetros para estimar o crescimento no campo (Reis et al. 1991). O tamanho ideal da muda para plantio no campo varia com a espécie e ao sistema de plantio (Carneiro, 1995).

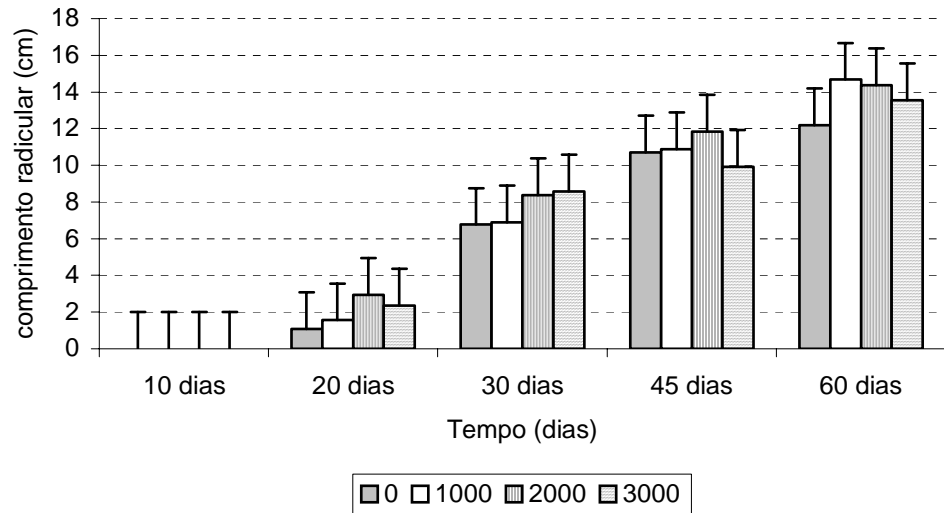


Figura 7- Comprimento da maior raiz de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento tratadas com diferentes dosagens de AIB (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). Barras verticais indicam os desvios das médias.

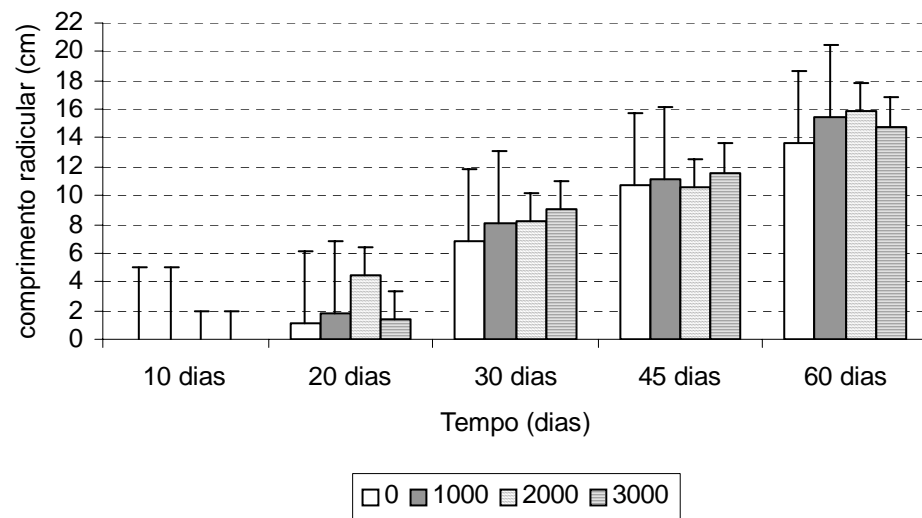


Figura 8- Comprimento da maior raiz de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento, tratadas com diferentes dosagens de ANA (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). Barras verticais indicam os desvios das médias.

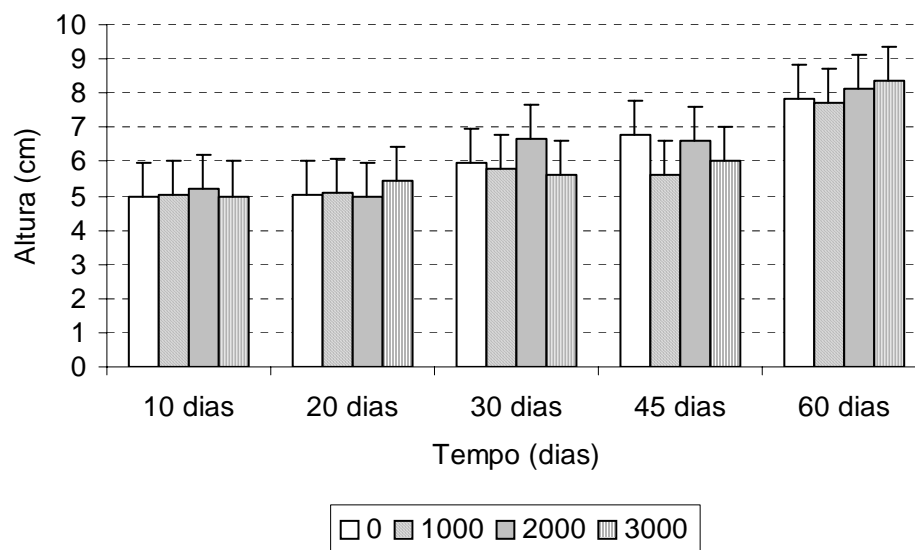


Figura 9- Altura da parte aérea de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento tratadas com diferentes dosagens de AIB (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). Barras verticais indicam os desvios das médias.

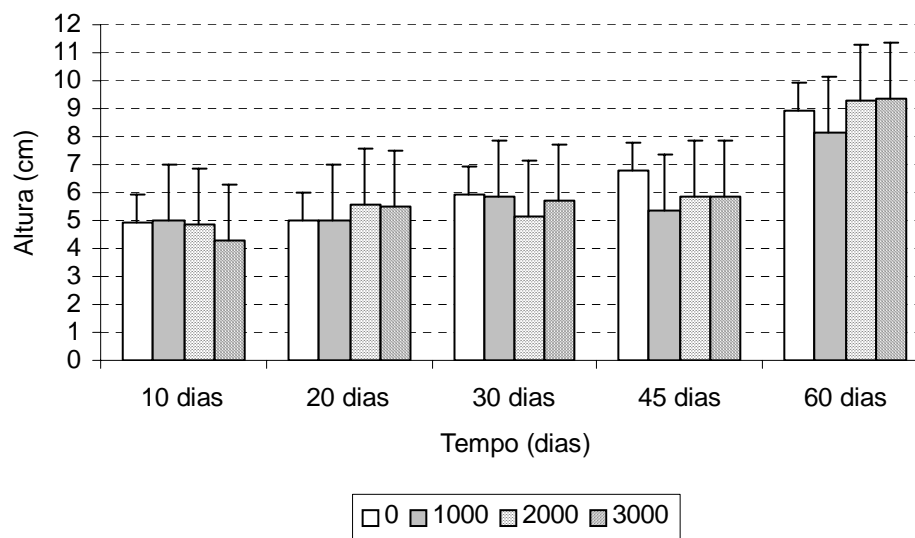


Figura 10- Altura da parte aérea de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento tratadas com diferentes dosagens de ANA (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). Barras verticais indicam os desvios das médias.

Na Figura 11 determinou-se o incremento em altura (calculado pela diferença em altura apresentada pelas miniestacas de pau mulato aos 60 dias em relação aos 10 dias dividido pelo número de dias, ou seja, 50) de miniestacas de pau mulato avaliado aos 60 dias após o estaqueamento e o efeito de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) e diferentes dosagens (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). Verifica-se que o ANA foi superior, havendo diferença significativa, pelo teste de F (P<0,01), para dosagem e tipo de regulador, mas não havendo diferença significativa para a interação destes em todas as dosagens de AIB, sendo que a dosagem de 3000 mg L⁻¹ foi a que apresentou o maior incremento (0,102 cm). Os valores variaram de 0,0543 a 0,0677 cm para o AIB e de 0,0623 a 0,102 cm para o ANA.

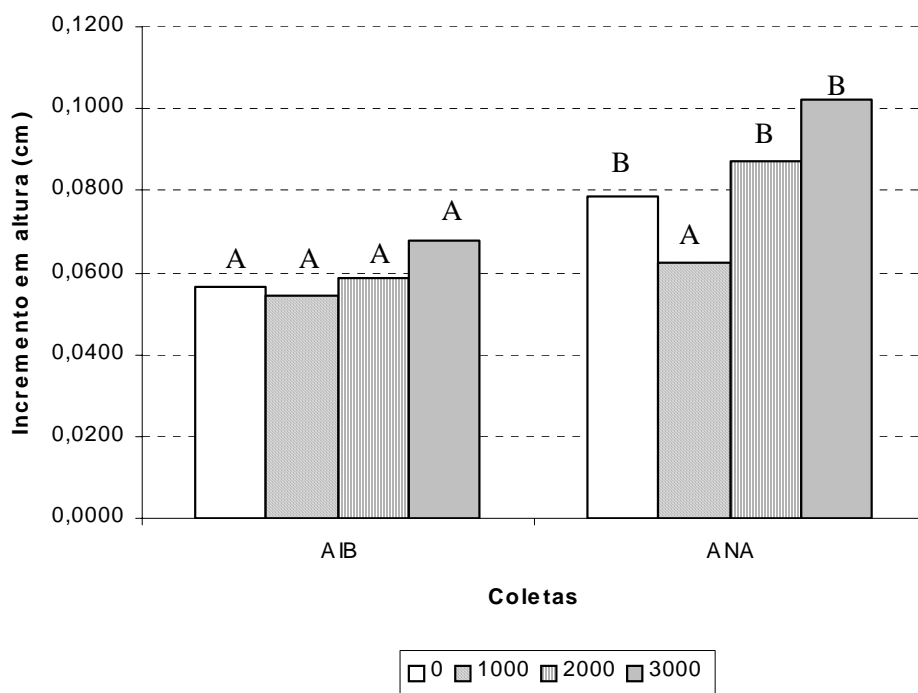


Figura 11—Incremento em altura de miniestacas de pau mulato avaliado aos 60 dias e efeito de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) e diferentes dosagens (0, 1000, 2000, 3000 e 4000). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

Nas Figuras 12 e 13 encontra-se a relação raiz/ parte aérea (R/PA) de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento tratadas com diferentes dosagens (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹) para os reguladores de crescimento AIB e ANA, respectivamente. Houve diferença significativa na interação dosagem com tempo, apresentado no Quadro 1. As melhores dosagens aos 60 dias após o estaqueamento foram de 0 e 1000 mg L⁻¹ para o ANA e 0 e 2000 mg L⁻¹ para AIB. Aos 10 dias como não haviam raízes formadas, a relação raiz parte aérea foi desconsiderada.

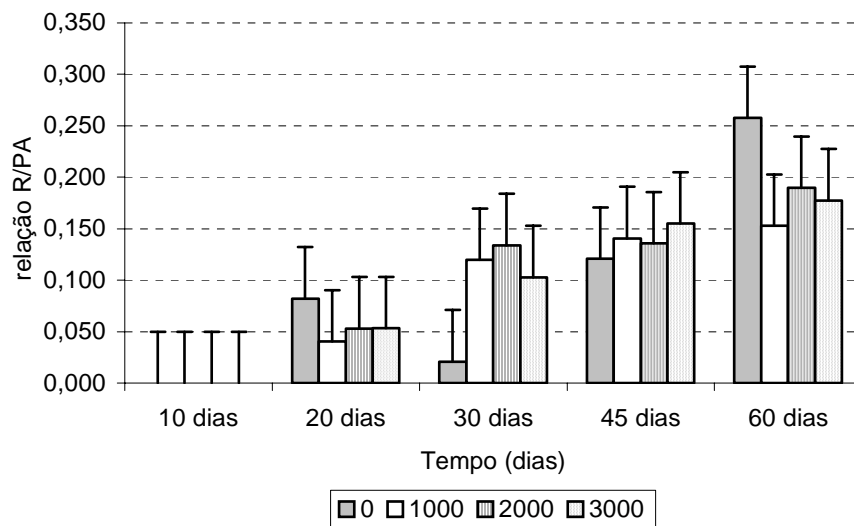


Figura 12- Relação raiz/ parte aérea (R/PA) de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento tratadas com diferentes dosagens de AIB (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). Barras verticais indicam os desvios das médias.

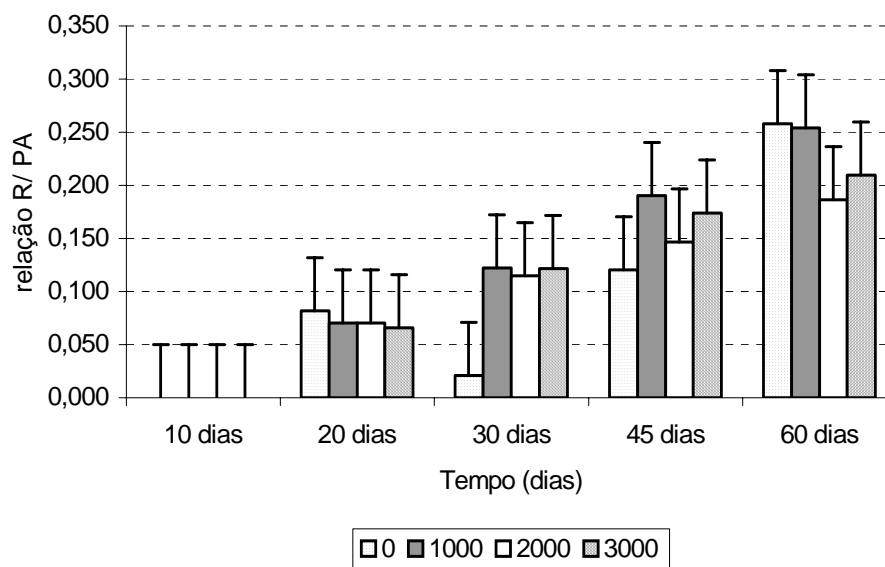


Figura 13- Relação raiz/ parte aérea (R/PA) de miniestacas de pau mulato avaliadas aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento tratadas com diferentes dosagens de ANA (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). Barras verticais indicam os desvios das médias.

4.2.2.4. Análises bioquímicas: carboidratos

Verifica-se nas Figuras 14 e 15 o comportamento do amido e de açúcar redutor respectivamente, aos 0, 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento para o pau mulato. A concentração de amido foi crescente até os 20 dias, apresentando um comportamento cíclico de queda e alta após este período. A concentração de açúcar foi crescente até os 30 dias apresentando queda nas avaliações seguintes. As miniestacas saíram da casa de vegetação aos 30 dias, período em que apresentam maior condição fotossintética e crescimento radicular.

Observa-se pela Figura 14 que a concentração de açúcar redutor caiu com o aumento do crescimento radicular já que o açúcar redutor é a fonte de energia mais facilmente utilizada. O amido é convertido em açúcares solúveis para ser utilizado pela planta, sendo que no período de 30 a 45 dias após o estaqueamento verifica-se a ocorrência de síntese elevada deste com posterior queda aos 60 dias

após o estaqueamento, onde observou-se que no período de 45 a 60 dias após o estaqueamento foi o que obteve maior crescimento radicular e maior incremento de matéria seca das miniestacas. Segundo Fachinello (1986) o amido é a única fonte de energia capaz de suportar a iniciação e desenvolvimento radicular, sendo assim, altos teores de amido durante a fase de enraizamento são favoráveis a este.

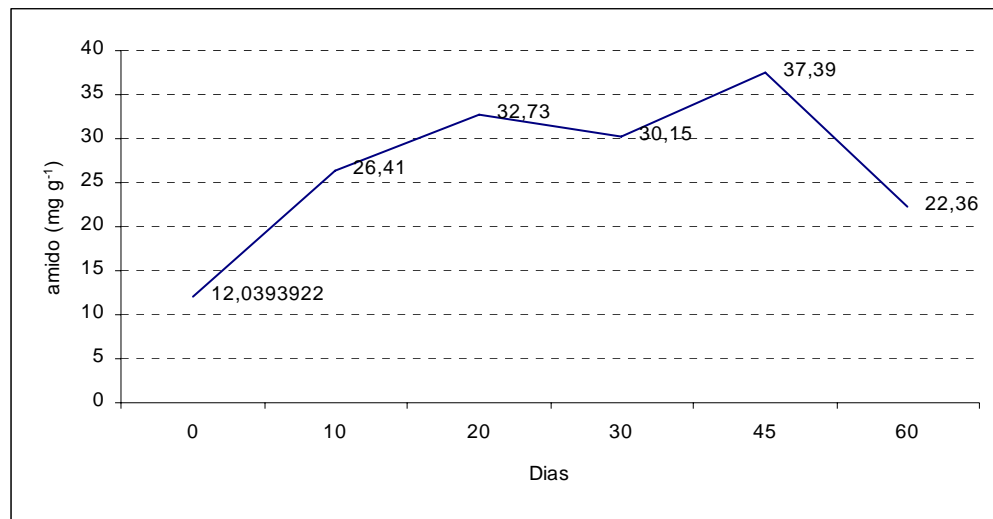


Figura 14- Concentração de amido, em mg g⁻¹, aos 0, 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento em miniestacas de pau mulato.

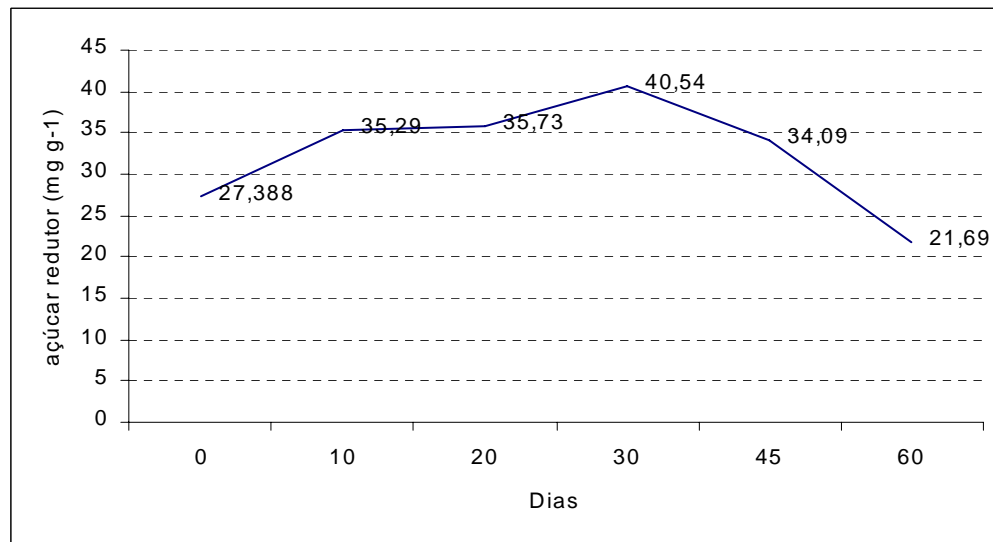


Figura 15- Concentração de açúcar redutor, em mg g⁻¹, aos 0, 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento em miniestacas de pau mulato.

Como não houve diferença significativa entre as dosagens e os reguladores de crescimento utilizados, são apresentadas nas figuras 19 e 20 a média geral dos dois reguladores nas 4 dosagens utilizadas, indicada nestas figuras como com aplicação.

As Figuras 16 e 17, ilustram as concentrações de açúcar redutor e de amido, respectivamente, em mg g^{-1} , aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento em miniestacas de pau mulato, com e sem aplicação de regulador de crescimento. A aplicação de reguladores de crescimento foi positivamente correlacionada com maiores concentrações de açúcar redutor e como já discutido a aplicação de reguladores antecipou o enraizamento e apresentou maiores valores de comprimento da maior raiz.

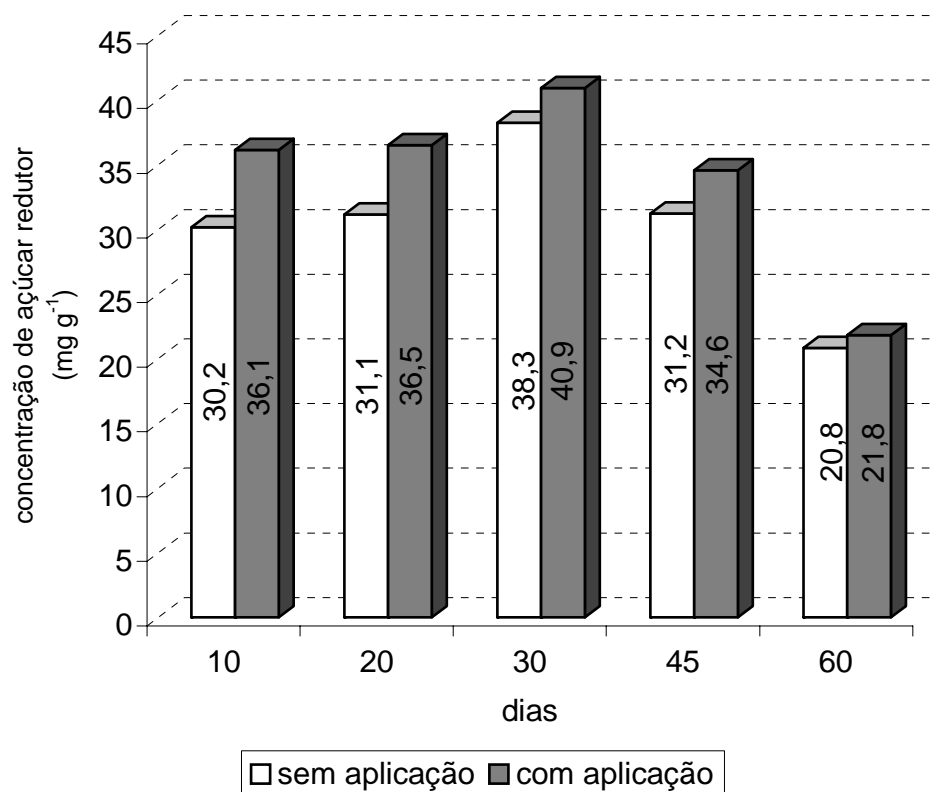


Figura 16- Concentração de açúcar redutor em mg g^{-1} , aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias em miniestacas de pau mulato, com e sem aplicação de regulador de crescimento.

Quanto à concentração de amido ilustrada pela Figura 17, verifica-se que após a saída da casa de vegetação a não aplicação de reguladores de crescimento apresentou valores maiores em relação à aplicação destes. Este fato pode ser atribuído ao menor crescimento radicular apresentado pela não aplicação de reguladores de crescimento, consumindo assim menos amido.

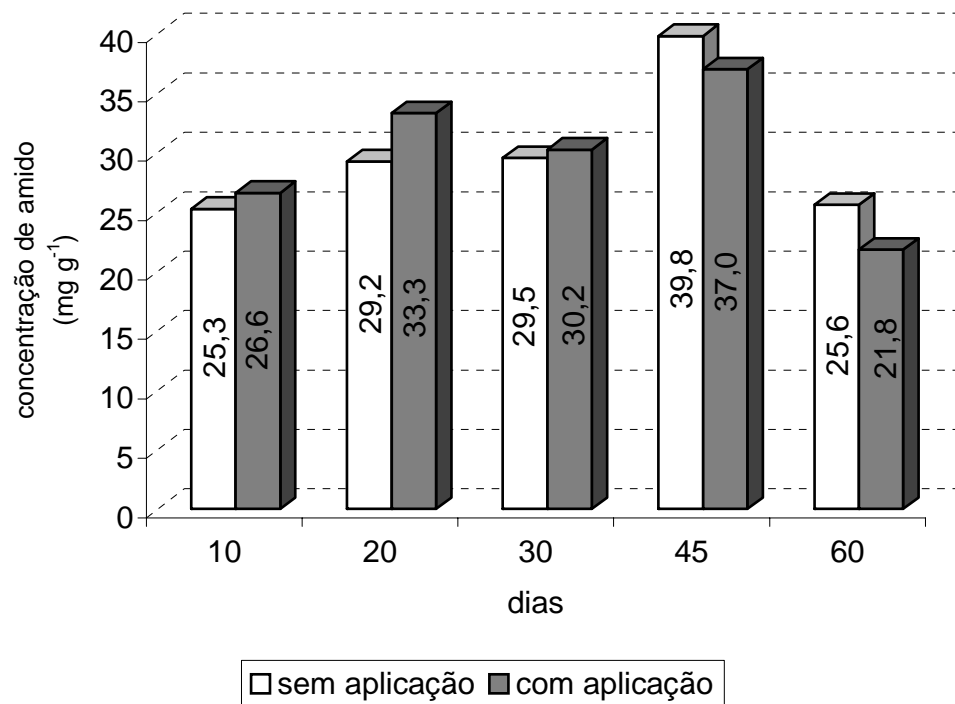


Figura 17- Concentração de amido em mg g⁻¹, aos 10, 20, 30, 45 e 60 dias após o estaqueamento em miniestacas de pau mulato, com e sem aplicação de regulador de crescimento.

Um maior estoque de carboidratos segundo Magingo e Dick (2001) facilita o melhor enraizamento, sendo assim a dependência de certas espécies ou cultivares da produção de assimilados durante a época de propagação é prejudicial ao seu enraizamento.

4.2.3. Jequitibá

4.2.3.1. Sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação

A Figura 18 representa a sobrevivência das miniestacas de jequitibá na saída da casa de vegetação em função dos dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) nas 4 dosagens utilizadas. Verifica-se que houve um alto índice de sobrevivência concordando com resultados encontrados por Santos (2001) trabalhando com a mesma espécie, o qual encontrou 90,6 % de sobrevivência em média.

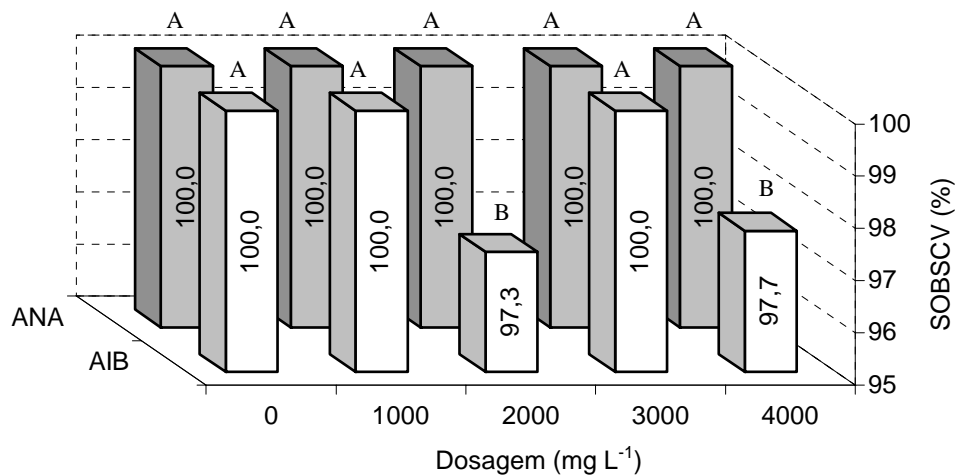


Figura 18– Sobrevivência das miniestacas de jequitibá na saída da casa de vegetação (SOBSCV), em resposta à aplicação de ANA e AIB (0, 1000, 2000, 3000, 4000 mg L⁻¹). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

4.2.3.2. Enraizamento das miniestacas na saída da casa de sombra

Os resultados da análise de variância para as características enraizamento na saída da casa de sombra e sobrevivência, altura e diâmetro do colo das mudas aos 90 dias de idade são apresentados no Quadro 4. Observou-se efeito significativo, pelo teste de F ($P < 0,05$), da interação dosagem x regulador, em relação às características enraizamento na saída da casa de sombra (ENRSCS), sobrevivência aos 90 dias (SOB90) e altura da parte aérea aos 90 dias (ALT90), exceto para o diâmetro do colo aos 90 dias (DC).

Os coeficientes de variação (CV_{exp}) variaram de 1,46% a 2,85% demonstrando uma boa precisão experimental em relação às características estudadas comparados aos apresentados em várias literaturas (Ribeiro, 1988; Ferreira, 1994, Schmidt, 1995, Wendling et al. 2000a; Titon, 2001 e Wendling, 2002)

Quadro 4- Resultados da análise de variância para o enraizamento na saída da casa de sombra (ENRSCS), sobrevivência aos 90 dias (SOB90), altura da parte aérea aos 90 dias (HT) e diâmetro do colo aos 90 dias (DC) de miniestacas de jequitibá

FV	GL	Quadrados Médios			
		ENRSCS ¹ (%)	SOB90 ¹ (%)	ALT90 (cm)	DC90 (mm)
Dosagens (Dos)	4	719,0500*	68,6166*	0,0891*	0,1929*
Reguladores (Reg)	1	192,5333*	128,1333**	0,6512*	0,1428*
Dos* Reg	4	307,6167*	184,7167 *	0,1203*	0,0159 ^{ns}
Resíduo	20	1,2000	7,0000	0,0016	0,0011
Média Geral	-	66,60	92,53	2,73	2,12
CV_{exp} (%)	-	1,65	2,85	1,46	1,60

“*” significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F.

“**” significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

¹/ Dados não transformados em virtude da normalidade apresentada pelo teste de Lilliefors e homogeneidade de variâncias pelos testes de Cochran e Bartlett.

A sobrevivência na saída da casa de vegetação já apresentada no item 4.2.3.1 foi elevada, porém, estes valores não se mantiveram quando avaliados na saída da casa de sombra, evidenciando que apesar do material ter se mantido vivo na casa de vegetação, este não emitiu raízes na proporção de sua sobrevivência ou estas se degeneraram quando houve a mudança para condições ambientais menos controladas, confirmando a maior confiabilidade do enraizamento na saída da casa de sombra em relação à saída da casa de vegetação.

Na Figura 19 encontram-se os dados relativos ao enraizamento na saída da casa de sombra (ENRSCS) das miniestacas de jequitibá, e o efeito de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA), em função das diferentes dosagens aplicadas (0, 1000, 2000, 3000, 4000 mg L⁻¹) no enraizamento das mesmas. Verifica-se uma superioridade do regulador de crescimento ANA em relação ao AIB, apresentando diferenças significativas (F<0,01).

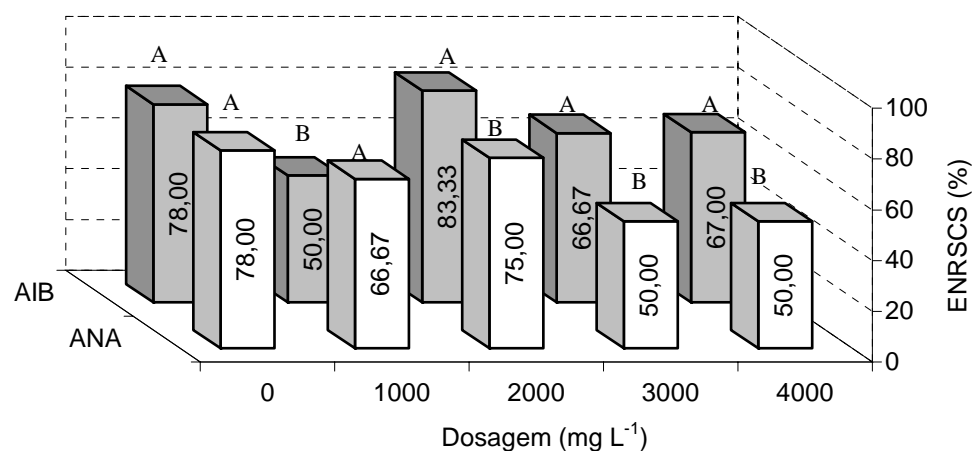


Figura 19 – Enraizamento na saída da casa de sombra (ENRSCS) de miniestacas de jequitibá em função de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) e diferentes dosagens (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

Conforme a Figura 19 o ANA apresentou resultados superiores ao AIB, com 83,3% de enraizamento final no tratamento de 2000 mg L⁻¹, enquanto que o AIB apresentou 75,0 % de miniestacas enraizadas em seu melhor tratamento (2000 mg L⁻¹). A diferença das respostas entre reguladores pode ser explicada pela diferença entre receptores, compartimentalização, estabilidade, sensibilidade dos tecidos, transporte, ou conjugação entre auxinas (Epstein e Ludwig-Muller, 1993; Klerk et al., 1999; Ludwig-Muller, 2000, citados por Bartel et al., 2001)

4.2.3. Sobrevivência, altura da parte aérea e diâmetro do colo das mudas aos 90 dias

Sobrevivência aos 90 dias após estaqueamento (SOB90) de miniestacas de jequitibá, em função de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) e diferentes dosagens (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹) é observada na Figura 20. No Quadro 4, verifica-se que houve diferença significativa para sobrevivência aos 90 dias (SOB90) em relação ao regulador utilizado (Reg) (P<0,05), dosagem (Dos) (P<0,01) e na interação regulador x dosagem (P<0,01) pelo teste F. O regulador ANA foi superior ao AIB nas dosagens de 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹ e a utilização das diferentes dosagens foi superior, para os dois tipos de reguladores de crescimento, em relação à testemunha, exceção à dosagem de 4000 mg L⁻¹ de AIB que foi igual estatisticamente. Comparando os dados deste trabalho com os de Santos (2001) trabalhando com esta mesma espécie, estes foram superiores aos encontrados pelo referido autor.

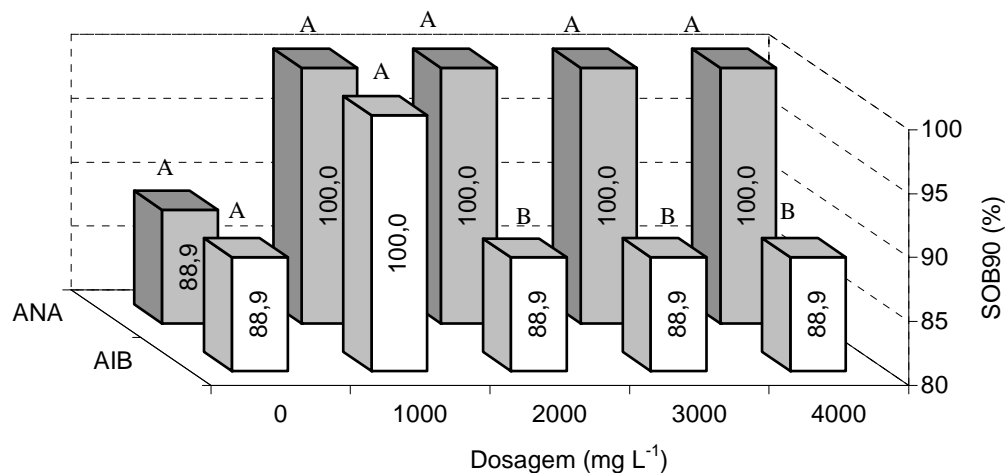


Figura 20– Sobrevivência aos 90 dias (SOB90) de miniestacas de jequitibá, em função de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) e diferentes dosagens (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

Os resultados para diâmetro do colo e altura da parte aérea aos 90 dias após o estaqueamento podem ser visualizados nas Figuras 21 e 22, respectivamente. Estas características são importantes para se avaliar a qualidade da muda e a idade ideal para plantio no campo, porém são facilmente modificadas pela nutrição e manejo aplicados à muda ainda no viveiro (Carneiro, 1995). No que tange aos tipos de reguladores de crescimento, houve diferença significativa para as características de crescimento vegetativo (altura e diâmetro do colo). Quanto às dosagens aplicadas, para o ANA, a não aplicação de reguladores de crescimento proporcionou um maior crescimento em altura e a dosagem de 1000 mg L⁻¹ proporcionou um maior diâmetro do colo. Para o AIB a dosagem de 1000 mg L⁻¹ foi a que apresentou maior crescimento em altura e diâmetro do colo. Quanto mais juvenil o material presume-se que tenha um maior potencial para crescimento vegetativo (Boliani, 1986 e Greenwood e Hutchison, 1993).

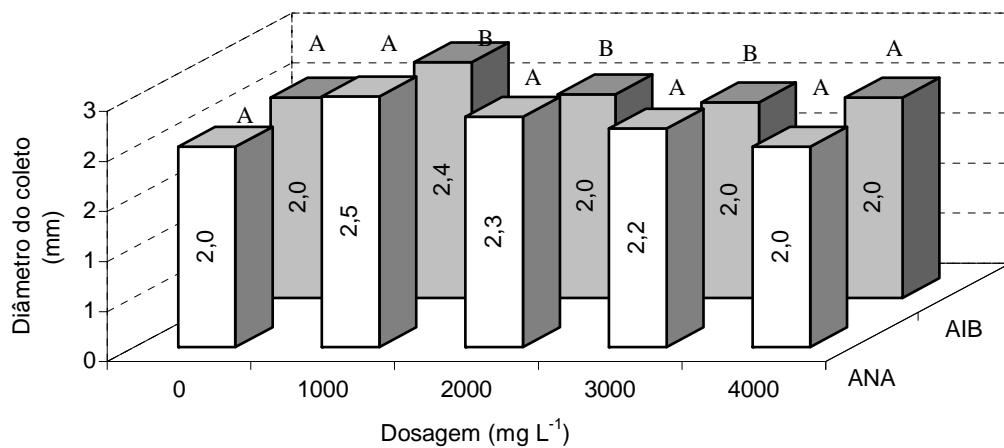


Figura 21– Diâmetro do colo das mudas de miniestacas de jequitibá aos 90 dias (DC90), em função de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) e diferentes dosagens (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

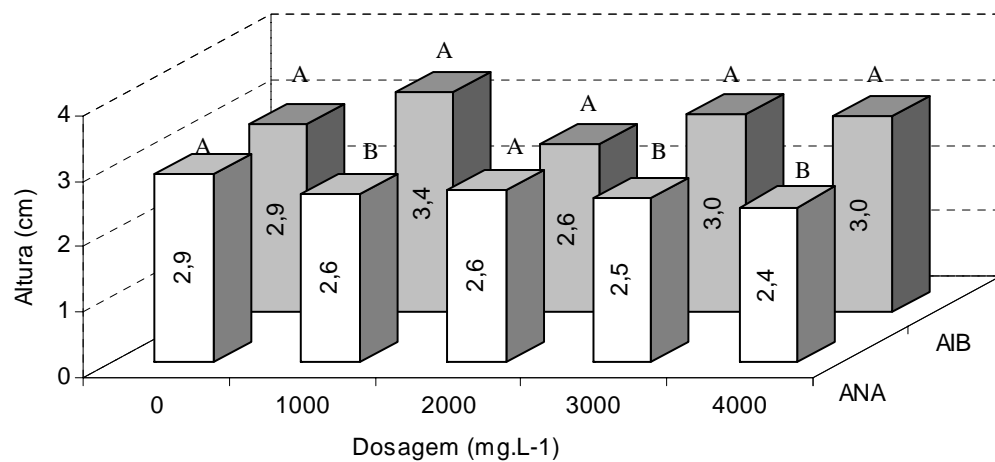


Figura 22– Altura das mudas aos 90 dias de miniestacas de jequitibá, em função de dois tipos de reguladores de crescimento (AIB e ANA) e diferentes dosagens (0, 1000, 2000, 3000 e 4000 mg L⁻¹). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo de Tuckey a 1% de probabilidade.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente estudo objetivou avaliar o potencial da miniestaquia como método de propagação vegetativa para as espécies florestais pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. f.), determinando a eficiência na produção de mudas das referidas espécies quanto à produção e sobrevivência das minicepas nas sucessivas coletas; ao enraizamento das miniestacas provenientes das coletas sucessivas; ao efeito da aplicação de diferentes dosagens de reguladores de crescimento (AIB e ANA) no enraizamento e na qualidade das mudas e a variação nos níveis dos açúcares redutores durante o enraizamento de miniestacas de pau mulato. O jardim miniclinal das espécies estudadas foi formado a partir de minicepas obtidas por propagação sexuada (semente) o qual foi conduzido a pleno sol e recebendo adubações periódicas a cada 15 dias. As brotações foram colhidas em intervalos de 15 dias para a teca e pau mulato e 30 dias para o jequitibá. O experimento foi desenvolvido no Viveiro de Pesquisas Florestais, do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Assim, de acordo com as condições experimentais, técnica adotada e espécies utilizadas, têm-se às seguintes conclusões:

TECA:

De acordo com os resultados deste trabalho, não se torna necessário o uso de reguladores de crescimento para enraizamento na propagação vegetativa por miniestaquia para esta espécie, uma vez que apresenta alta capacidade de enraizamento. A miniestaquia é uma técnica viável para propagação vegetativa de teca tornando-se uma boa alternativa para sua reprodução. Deve-se observar a época do ano e as condições climáticas do local uma vez que influenciam o enraizamento e o número de miniestacas por minicepa.

PAU MULATO:

A miniestaquia para o pau mulato é tecnicamente viável tornando-se uma alternativa para a produção de mudas desta espécie. Ela apresenta alta capacidade de brotação e não necessita da aplicação de reguladores de crescimento.

A utilização de reguladores de crescimento, para as concentrações e reguladores utilizados, não afeta a percentagem de enraizamento mas antecipa e aumenta o comprimento da maior raiz sendo que, as concentrações de 1000 e 2000 mg L⁻¹ são as que apresentam maior comprimento da maior raiz aos 60 dias após o estaqueamento.

Na análise dos carboidratos realizadas em miniestacas de pau mulato, verificou-se uma redução na concentração dos açúcares redutores com o crescimento radicular, coincidindo com uma elevação na síntese de amido, durante o período de 30 a 45 dias após o estaqueamento. As concentrações tanto de açúcares redutores quanto de amido, foram positivamente correlacionadas com a aplicação de reguladores de crescimento.

JEQUITIBÁ:

A miniestaquia demonstra ser tecnicamente viável para a produção de mudas da referida espécie durante todo o ano, principalmente quando a semente é limitante e existem poucos indivíduos, podendo-se utilizar em programas de melhoramento genético. O uso de reguladores de crescimento é eficiente no enraizamento, onde o melhor resultado apresentado foi o de 2000 mg L⁻¹ de ANA com um enraizamento final médio de 83,3%.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, L. R., CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, v.9, n.101, p.47-55, 1983.
- ASSIS, T. F. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe Agropecuário**, v. 12, n. 141, p. 36-46, 1986.
- BARTEL, B.; LECLERE, S.; MAGIDIN, M.; ZOLMAN, B. K. Inputs to the active indole-3-acetic acid pool: De novo synthesis, conjugated hidrolisys, and indole-3-butyric acid β -oxidation. **J. Plant Reg.**, v.20, p.198-216, 2001.
- BARROS, N. F. **Recomendações de adubação para jardim clonal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. (Informação de aula).
- BARTOLINI, G.; P. PESTELLI; M. A. TOPONI; G. PIMONTE. Rooting and carbohydrate availability in *Vitis* 140 rugeri stem cuttings. **Vitis**, v.35, p.11-14, 1996.
- BARTOLINI, G.; P. PESTELLI; M. A. TOPONI; G. PIMONTE. Parameters that influence rooting and survival of peach cuttings. **Journal of American Pomologica Society**, Italy: Institute for the Propagation of Woody Plants, v.54, n.4, p.183-188, 2000.
- BLAZICH, F. A. Mineral nutrition and adventitious rooting. In: DAVIES, T. D., HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, p.61-69, 1987. *Advances in Plant Sciences Series, 2*).

- BOLIANI., A. C. **Efeitos do estiolamento basal, da juvenilidade e do uso de um regulador vegetal no enraizamento de estacas de raízes e de ramos herbáceos de algumas espécies frutíferas**, 1986, 129 F. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- BONAL,D; MONTEUUIS, O Ex vitro survival, rooting and initial development of in vitro rooted vs. unrooted microshoots from juvenile and mature *Tectona grandis* genotypes. **Silvae-Genetica.**, v.46, n.5, p. 301-306, 1997.
- BORGES, N. J., MARTINS-CORDER, M. P. Efeito de ácido indol butírico no enraizamento de estacas de Acácia-Negra (*Acácia mearnsii* De Wild). **FOREST 2000**. Porto Seguro, Bahia, Brasil. 2000. p. 109.
- BUCKERIDGE, M.S.; S. M. C. DIETRICH. Galactomanans from Brazilian legume seeds. **Revta. Bras. Bot.** v.13, p.109-112, 1990.
- CÁRCERES FLORESTAL S/A. Manual de reflorestamento da teca.. 1.ed., MT, 1997. 30p.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARNEIRO, J. G. A. **Determinação padrão de qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo**. Curitiba, UFPR, 1976. 70p. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 1976.
- CHALFUN, N. N. J. Fatores fisiológicos e bioquímicos no enraizamento de estacas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. Viçosa, MG: UFV, 1989. 85p. Tese (Doutorado em fitotecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- CTFT. Teak. **Bois et Forêts des Tropics**, n.224, p.39-47, 1990.
- DAVIES, T. D. Photosynthesis during adventitious rooting. In: DAVIES, T. D., HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. . **Adventitious root formation in cutting**. Portland: Dioscorides Press, p.79-87, 1987. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- DUPUY, B., VERHAEGEN, D. Le teck de plantation *Tectona grandis* en Cte-d'Ivoire. **Bois et Forêts des Tropics**, n.235, p. 9-24, 1993.
- DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determiation of sugars and related substances.**Anal. Chem.** v.28, p.350-356, 1956.
- ELDRIGE, K., DAVIDSON, J., HARDWIID, C., Van WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Clanderon Press, p. 228-246, 1994.

- FACHINELO, J. C. **Efeitos morfo-fisiológicos do anelamento no enraizamento de estacas lenhosa de macieira cultivar malling-merton 106**. Piracicaba, SP:ESALQ, 1986. 93 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiroz, 1986.
- FERREIRA, M. Melhoramento e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, v.45, p.22-30, 1992.
- FERREIRA, M. G. R. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em resposta a tamanhos de embalagem, substratos e fertilização NPK**. Viçosa, MG: UFV, 1994. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- FIGLIOLIA, M. B.; SILVA, A.; AGUIAR, I. V.; PERECIN, D. Conservação de sementes de *Cariniana estrellensis* Kuntze em diferentes condições de acondicionamento e armazenamento. **Revista Árvore** v. 24, n.4, p. 121-134, 2000.
- GOMES, A. L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**, Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1987. 69 p. (Série didática, Ciências Aplicadas,1).
- GONÇALVES, A. N. **Reversão a juvenilidade e clonagem de *Eucalyptus urophylla*. S. T. *in vitro***. Piracicaba, SP: ESALQ, 1982. 97p. Tese (Doutorando em Agronomia)- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1982.
- GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, P.309-350, 2000.
- GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: **CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO**, Águas de Lindóia: USP-ESALQ/SBCS/CEA/SLACS/SBM, 1996. CD-ROOM.
- GREENWOOD, M. S.; HUTCHISON, K. W. Maturation as an developmental process. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. **Clonal forestry: genetics and biotechnology**. Budapest: Springer-Verlag, p. 14 – 33, 1993.
- HARTMAN, H. T., KESTER, D. E., DAVIES JUNIOR, F. T., GENEVE, R. L., **Plant propagation; principles and practices**. 6 ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770 p.
- HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (eds.) **Adventitious root**

- formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, p.11–28, 1987. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- HARTNEY, V.J. Vegetative propagation of the *Eucalyptus*. **Australian forest research**, v.10, n.3, p.191-211, 1980.
- HIGASHI, E. N., SILVEIRA, R. L. V. A., GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil. **Circular Técnica**. Piracicaba: ESALQ/USP, n. 192, 2000. 14p.
- HUANG, L. C. et al. Rejuvenation of trees and other perennials for restoration of plant regeneration competence. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos em plantas**. Brasília: ABCTP/EMBRAPA-CNPH, p. 252 – 264, 1990.
- IRITANI, C.; SOARES, R. V. Indução do enraizamento de estacas de *Araucaria angustifolia* através da aplicação de reguladores de crescimento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, 1982, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBS, 1983. p. 313-317.
- KAOSA-ARD, A. **Teak, *Tectona grandis* Linn. f.** Virginia: Forestry Institute, Arlington, Nursery Tech Winrock International, USA, p.106-118, 1986.
- KERSTEN, E. Efeito do boro, zinco e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de dois cultivares de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl). Piracicaba, SP. ESALQ, 1990. Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, 1990.
- KOZLOWSKI, T.T., PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**, 2.ed. San Diego, 1996. 411p.
- LARCHER, W. **Physiological plant ecology**. 3.ed. New York, 1995. 506p.
- LOACH, K. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. In: DAVIES, T., HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cutting**. Portland: Dioscorides Press, p. 248-273, 1987. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1998.
- MINGXIA, L.; MX, L. Relations between propagation by hardwood cuttings of mume and nutrient reserves. **Zhejiang Nongye Kexue**, n. 4, p. 200-202, 2000. (CD-ROOM ABSTRACT).
- MAGINGO, F.S.S; DICK, J.M. Propagation of two miombo woodland trees by leafy stem cuttings obtained from seedlings. **Agroforestry Systems**.

- Tanzania: Department of Botany, University of Dar es Salaam, v.51, n.1, p.49-55, 2001. (CD-ROOM ABSTRACT).
- MALAVASI, U. C.,. Macropropagação vegetativa de coníferas - perspectivas biológicas e operacionais. In.: **Floresta e ambiente**, Ano 1, p. 131-35, 1994.
- MASCARENHAS, A.F., MURALIDHARAN, E.M. Clonal forestry with tropical hardwoods. In: AHUJA, M. R.; LIBBY, W. J. **Clonal forestry II, conservation and application**. Germany: Springer Verlag, p.169-187, 1993.
- MELO, J.T. & GONÇALVES, A N. **Inibidores de germinação no fruto e em sementes de pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)**. Planaltina: EMBRAPA – CPAC. 1991. 11p.
- MENGEL, K., KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Switzerland: International Potash Institute, 1982. 654 p.
- MENZIES, M. I. Management of stocks plants for the production of cutting material. In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR- MASS PRODUCTION THECNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVEDFAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. **Syntheses...** Paris: AFOCEL, IUFRO, P. 145-158, 1992. (colloque AFOCEL- IUFRO).
- MIRANDA, E. M.; VALENTIM, J. F. Estabelecimento e manejo de cercas vivas com espécies arbóreas de uso múltiplo. Acre: Embrapa, **Comunicado Técnico**, n. 85, p.1-4, 1998.
- MOE, R. M., ANDERSEN, A. S. Stock plant environmental and subsequent adventitious rooting. In: DAVIES, T., HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cutting**. Portland: Dioscorides Press, p.248-273, 1987. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- MONNEVEUX, P., BELHASSEN, E. The diversity of drought adaptation in the wide. In: BELHASSEN, E. **Drought tolerance in higher plants: genetical, physiological and molecular biological analysis**, Dordrecht, p.7-14. 1996.
- MONTEUUIS O., BOM, M.C. Enrocinement et acclimatation de vitroplants forestiers. In: PROCEEDINGS OF THE FLORIZEL 87 SYMPOSIUM ENTITLED: "Plant micropropagation in horticultural industries". Arlon, Belgium: Presses Universitaires, p.160-169, 1987.
- MONTEUUIS, O. Biotechnologies au sabah. **Bois et Forêts des Tropiques**, n.236, p.57-59, 1993.
- MONTEUUIS, O., POUPARD, C. Attempting to clone a mature teak (*Tectona grandis*) ortet from cuttings. P.I.S.P., 1992. (Short note 19).
- MONTEUUIS, O., POUPARD, C. Propagating *Tectona grandis* by moundlayering: a preliminar study. P.I.S.P., 1993. (Short note 3).

- MONTEUUIS, O., VALLAURI, D. Attempting to clone a mature teak (*Tectona grandis* L.f.) tree from cuttings. P.I.S.P., 1994. (Short note 11).
- MONTEUUIS, O., VALLAURI, D., POUPARD, C., HAZARD, L., YUSOF, Y., WAHAP, L.A., GARCIA, C., CHAUVIERE, M. Propagation clonale de tecks matures par bouturage horticole. **Bois et Forêts des Tropics**, n.243, p.25-39, 1995.
- NAUTIYAL, S., SINGH, U., GURUMURTI, K. Rooting responses of branch cuttings of Teak (*Tectona grandis*) as influenced by season and growth hormones. **Indian Forester**, v. 117, n. 4, p. 249-255, 1991.
- NAUTIYAL, S., SINGH, U., GURUMURTI, K. Rooting responses of branch cuttings of Teak (*Tectona grandis*) as influenced by growth hormones and position of the cutting on the crown. **Indian Forester**, v.118, n.2, p. 112-121. 1992.
- ONO, E. O., RODRIGUES, S. D., RODRIGUES, J. D. Interações entre auxinas e boro no enraizamento de estacas de hortência (*Hydrangea macrophylla* Ser.) **Científica**, v. 20, n. 2, p. 413-422, 1992.
- PÁDUA, T. Propagação de árvores frutíferas. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.11-19, 1983.
- PAIVA, H. N. **Aspectos gerais da propagação de plantas**. Viçosa, MG: UFV, 2000. (Material Enf 632).
- PAIVA, H. N., GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 46 p.(Boletim 322).
- PAIVA, H. N., GOMES, J. M., COUTO, L., SILVA, A. R. Propagação vegetativa de Eucalipto por estaquia. **Informe Agropecuário**. v. 18, n. 185. p. 23-27, 1996.
- PASSOS, L.P. **Growth and water status responses for mung bean (*Vigna mungo* L.) and other dicot species to osmotic stress**. Tucson: University of Arizona, 1989. 108p. Tese (Doutorado)- University of Arizona, 1989.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; PIRATELLI, A J. Aspectos ecológicos da produção de sementes. IN: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. (coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES. 1993. 350p.
- REIS, M. G., REIS, G.G., REGAZZI, A.J, LELES, P. S. S. Crescimento e forma do fuste de mudas de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* FR. Allem.), sob diferentes níveis de sombreamento e tempo de cobertura. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1 , p.23-34. 1991.

- REIS, G.G., HALL, A.E. Relações hídricas e atividade do sistema radicular em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em condições de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1, p.43-55. 1987.
- RIBEIRO, F. A. **A indução ao rebrotamento como alternativa para a manutenção da produtividade de *Eucalyptus grandis* W. Will ex Maidens.** Viçosa, MG: UFV, 1988. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, 1988.
- ROSA, L. S., PINHEIRO, K. A. O. Propagação vegetativa de estacas de Parica (*Schiolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) obtidas de diferentes partes de plantas jovens e imersas em ácido indol-3-butírico. **FOREST 2000**. Bahia: Porto Seguro, p. 169-171, 2000.
- ROUT, G.R.; SAMANTARAY, S.; DAS, P. Metabolic changes during in vitro multiplication of *Curcuma longa* cvs. Suroma and PTS-28. **Acta Botânica Hungarica**, Bhubaneswar, India., Plant Biotechnology Division, v.39, n.3,4, p.383-392, 1995. (CD-ROOM ABSTRACT).
- SANTOS, G. A. Miniestaquia na clonagem de jequitibá, mogno, cedro e canjerana. **PIBIC/CNPQ**, 2001. 34P.
- SANTOS, G.A., XAVIER, A., WENDLING, I, OLIVEIRA, M.L. Uso da miniestaquia na propagação clonal de *Cedrela fissilis* (Cedro rosa). **In. CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, VI**, 2000, Porto Seguro. **Resumos Técnicos...** Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, p. 203, 2000.
- SCHMIDT, D. V. C. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus grandis* em resposta à fertilização potássica e à calagem.** Viçosa, MG: UFV, 1995. 57 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)- Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- STURION, J.A. Métodos de Produção e Técnicas de Manejo que Influenciam o Padrão de Qualidade de Mudas de Essências Florestais. EMBRAPA. Curitiba, PR. 1981. 18 p.
- TCHOUNDJEU, Z; LEAKEY, R. R. B. Vegetative propagation of *Khaya ivorensis* (African mahogany): effects of stockplant flushing cycle, auxin and leaf area on carbohydrate and nutrient dynamics of cuttings. **Journal of Tropical Forest Science**. Scotland, UK: Institute of Terrestrial Ecology, v. 12, n.1, p. 77-91, 2000. (CD-ROOM ABSTRACT).
- THOMPSON, D. G. Current state-of-the-art of rooting cuttings and a view to the future. In: SYMPOSIUM IN IUFRO'S CENTENNIAL YEAR – MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES, 1992, Bordeaux. **Syntheses...** Paris: AFOCEL, IUFRO, 1992. p. 159-172. (Colloque AFOCEL – IUFRO).

- TITON, M. **Propagação clonal de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia e microestaquia**, 2001, 65 F. Tese (Mestrado em Ciência Florestal), Departamento de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- VALLAURI, D. **Best duration of the rooting period for *Tectona grandis* L.f.** P.I.S.P., 1994a. 4p. (Short note 10).
- VALLAURI, D. **Management of *Tectona grandis* clonal garden.** Part I: Presentation and global data. P.I.S.P., 1994b. 6p. (Short note 13).
- VALLAURI, D. **Basal node of the cuttings and rooting ability of *Tectona grandis*.** P.I.S.P., 1994c. 8p. (Short note 26).
- VEIERSKOV, B. Relationship between carbohydrates and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D., HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, 1987. p. 70 - 78. (Advances in Plant Sciences Series, 2).
- WENDLING, I. **Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia.** Viçosa, MG: UFV, 1999. 77 p. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- WENDLING, I. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação.** Viçosa, MG: UFV, 2002. 105 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.
- WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J. M.; PIRES, I. E.; ANDRADE, H. B. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 181-186, 2000(a).
- WENDLING, I.; XAVIER, A.; GOMES, J. M.; PIRES, I. E.; ANDRADE, H. B. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 187-192, 2000(b).
- WETZEL, M.M.V.S. **Época de dispersão e fisiologia de sementes do cerrado.** Brasília, DF: UNB, 1997. Dissertação (Tese de doutorado) - Universidade de Brasília, 1997.
- WHITE, K.J. **Teak: some aspects of research and development.** FAO Regional Office for Asia and the Pacific (RAPA), 1991. 53p. (Publication 1991/17).
- XAVIER, A. **Silvicultura clonal I: Princípios e Técnicas de Propagação Vegetativa.** Viçosa, MG: UFV, 2000. 56 p. (Apostila de aula).
- XAVIER, A. COMÉRIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v.20, n. 1, p. 9-16, 1996.

XAVIER, A., WENDLING, I., Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus*.
Boletim SIF, 1998, 12 p.

ZOBEL, B.; TALBERT, J. **Applied forest tree improvement**. New York: North
Carolina State University, 1984. 505 p.

ANEXO 1

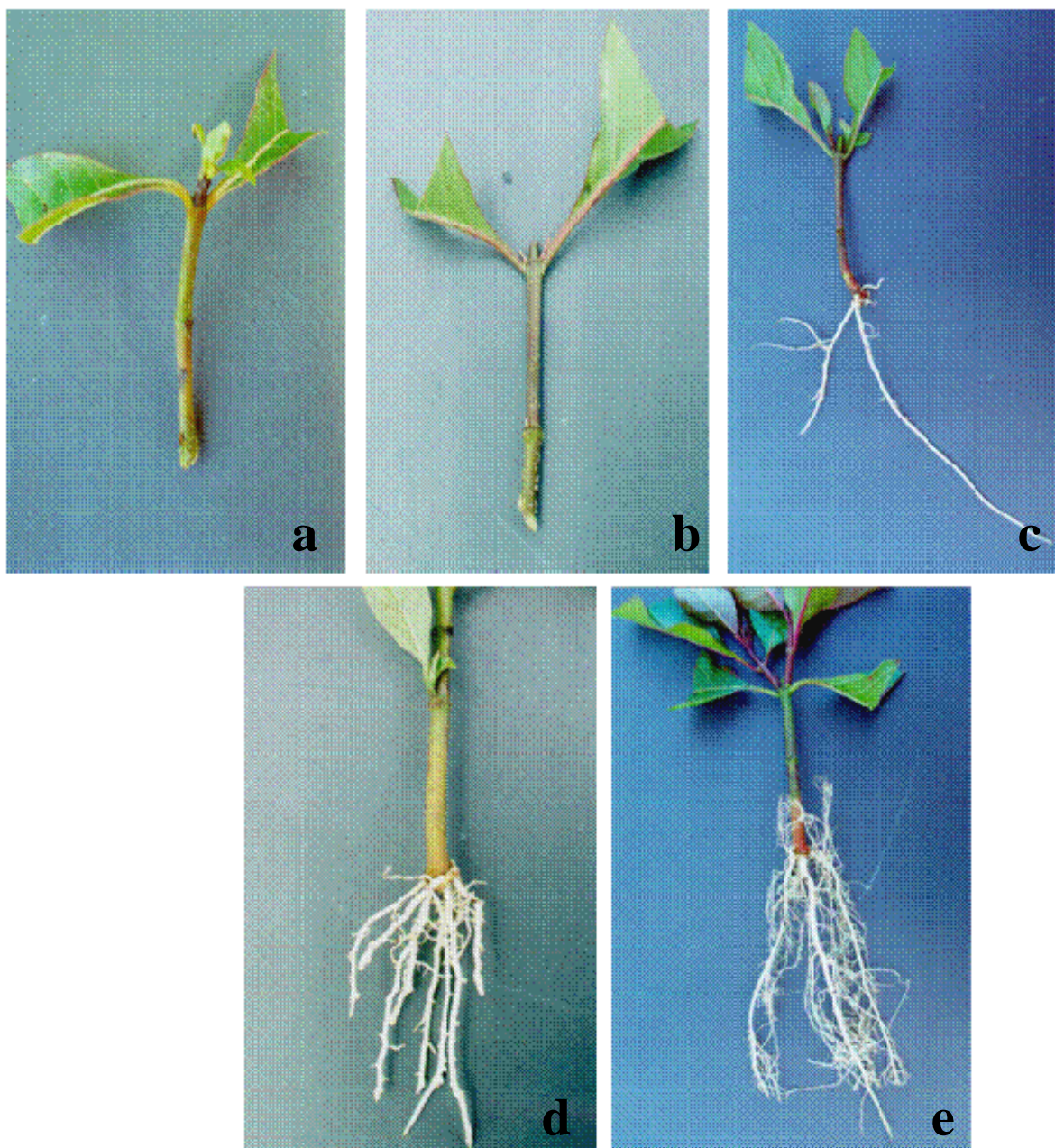


Figura 1A- Miniestacas de pau mulato aos 10 (a), 20 (b), 30 (c), 45 (d) e 60 (e) dias, respectivamente, sem a aplicação de reguladores de crescimento.

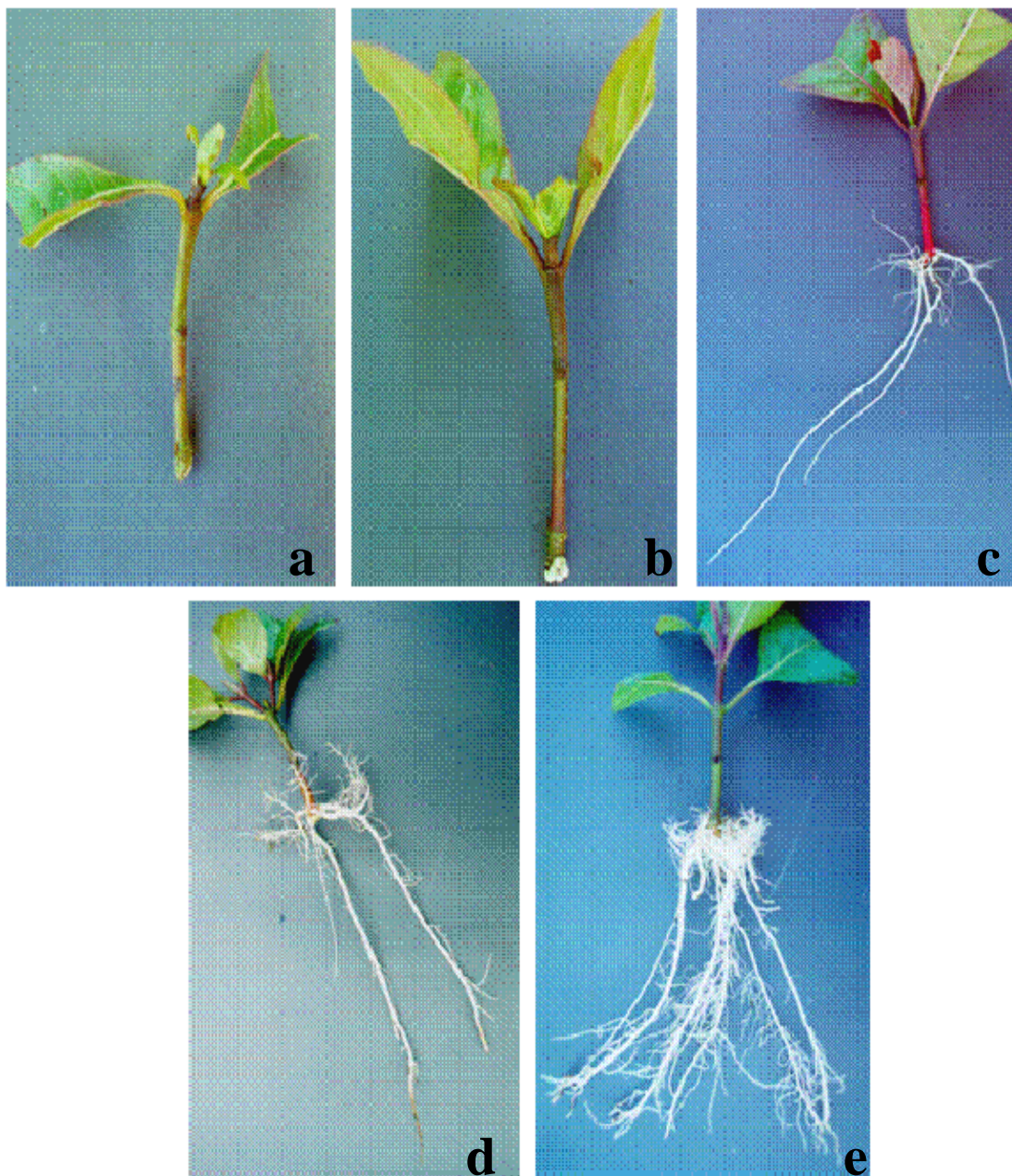


Figura 2A- Miniestacas de pau mulato aos 10 (a), 20 (b), 30 (c), 45 (d) e 60 (e) dias, respectivamente, com a aplicação de 1000 mg L^{-1} de AIB.

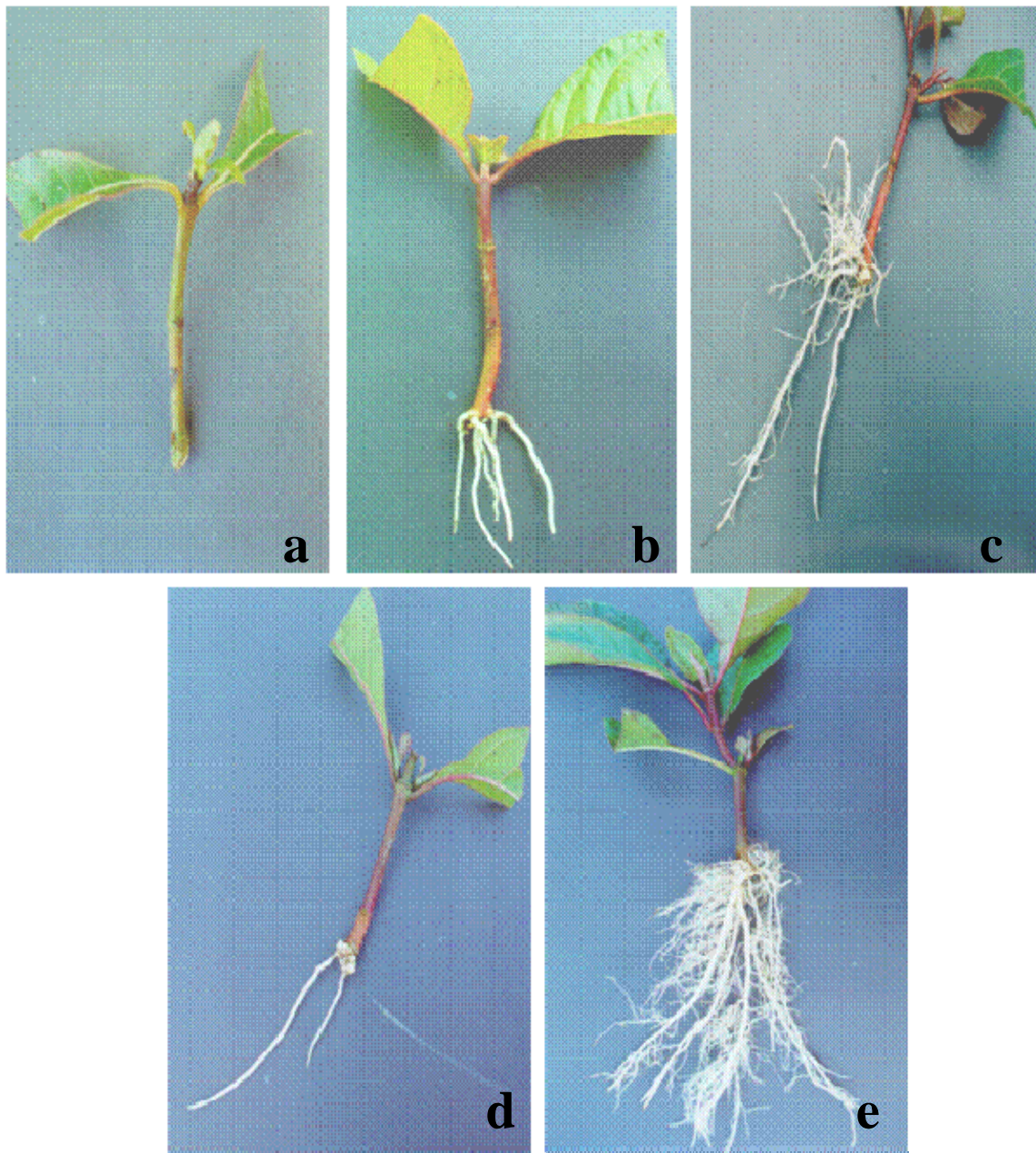


Figura 3A- Miniestacas de pau mulato aos 10 (a), 20 (b), 30 (c), 45 (d) e 60 (e) dias, respectivamente, com a aplicação de 2000 mg L^{-1} de AIB.

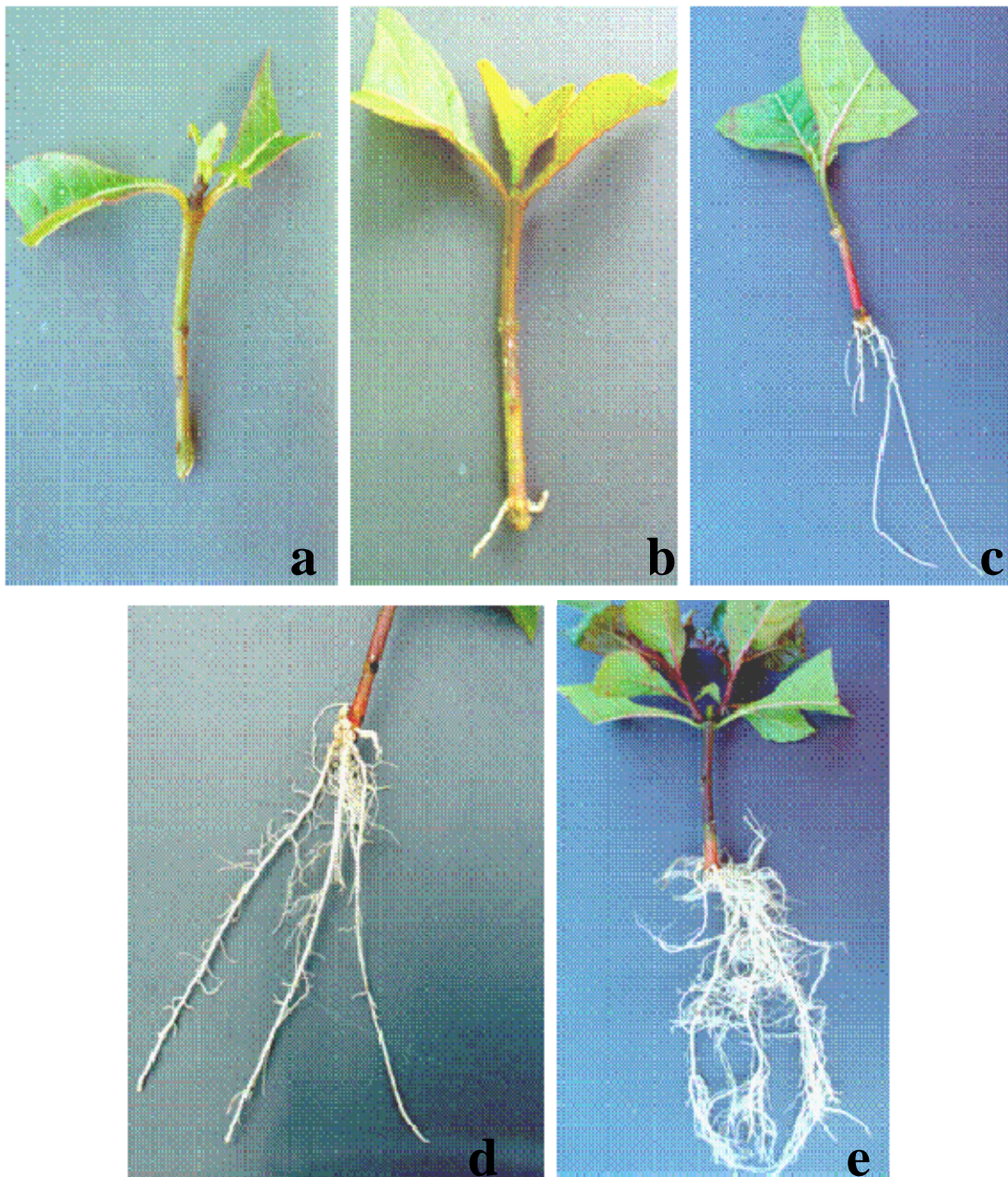


Figura 4A- Miniestacas de pau mulato aos 10 (a), 20 (b), 30 (c), 45 (d) e 60 (e) dias, respectivamente, com a aplicação de 3000 mg L^{-1} de AIB.

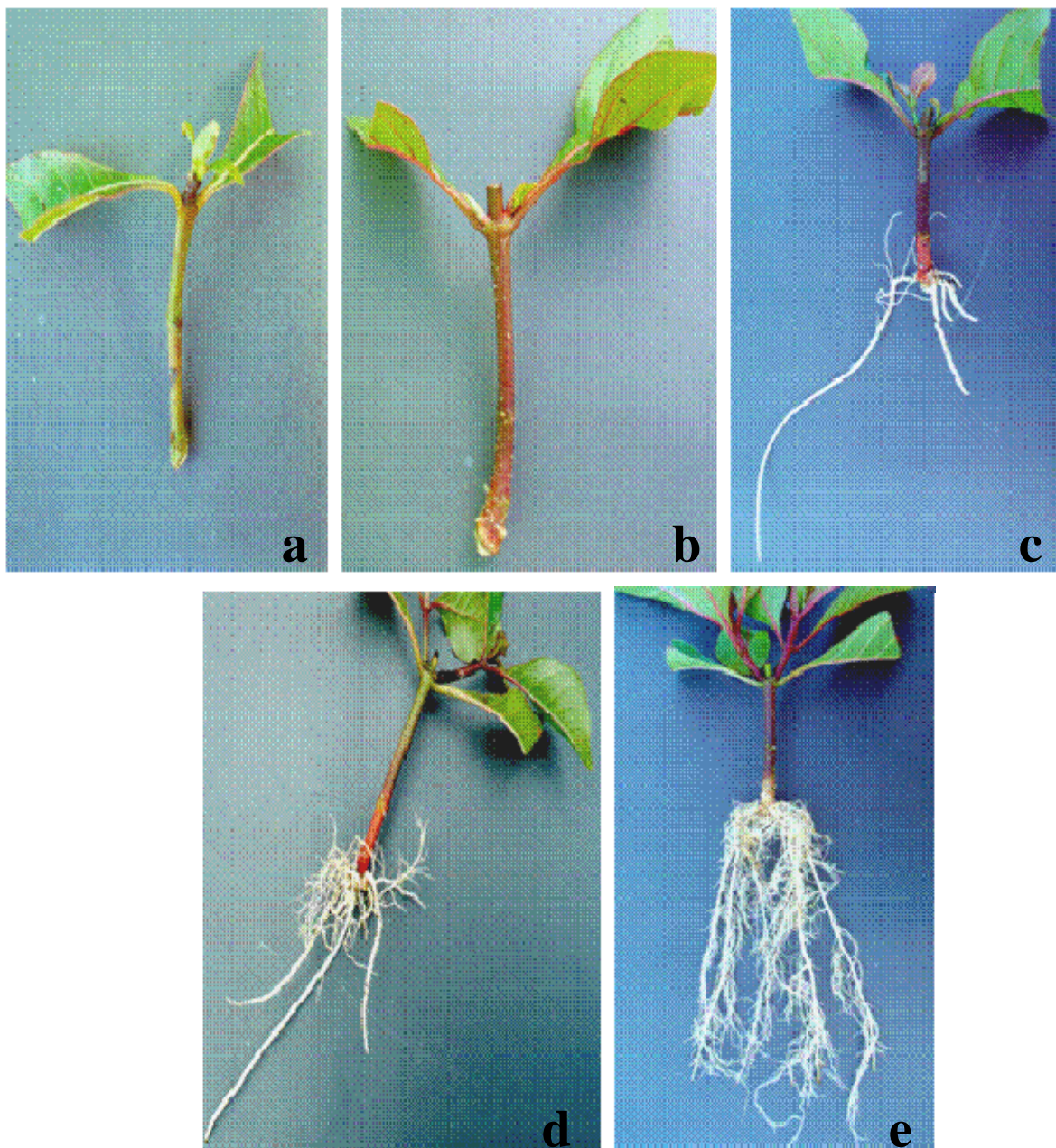


Figura 5A- Miniestacas de pau mulato aos 10 (a), 20 (b), 30 (c), 45 (d) e 60 (e) dias, respectivamente, com a aplicação de 1000 mg L^{-1} de ANA.

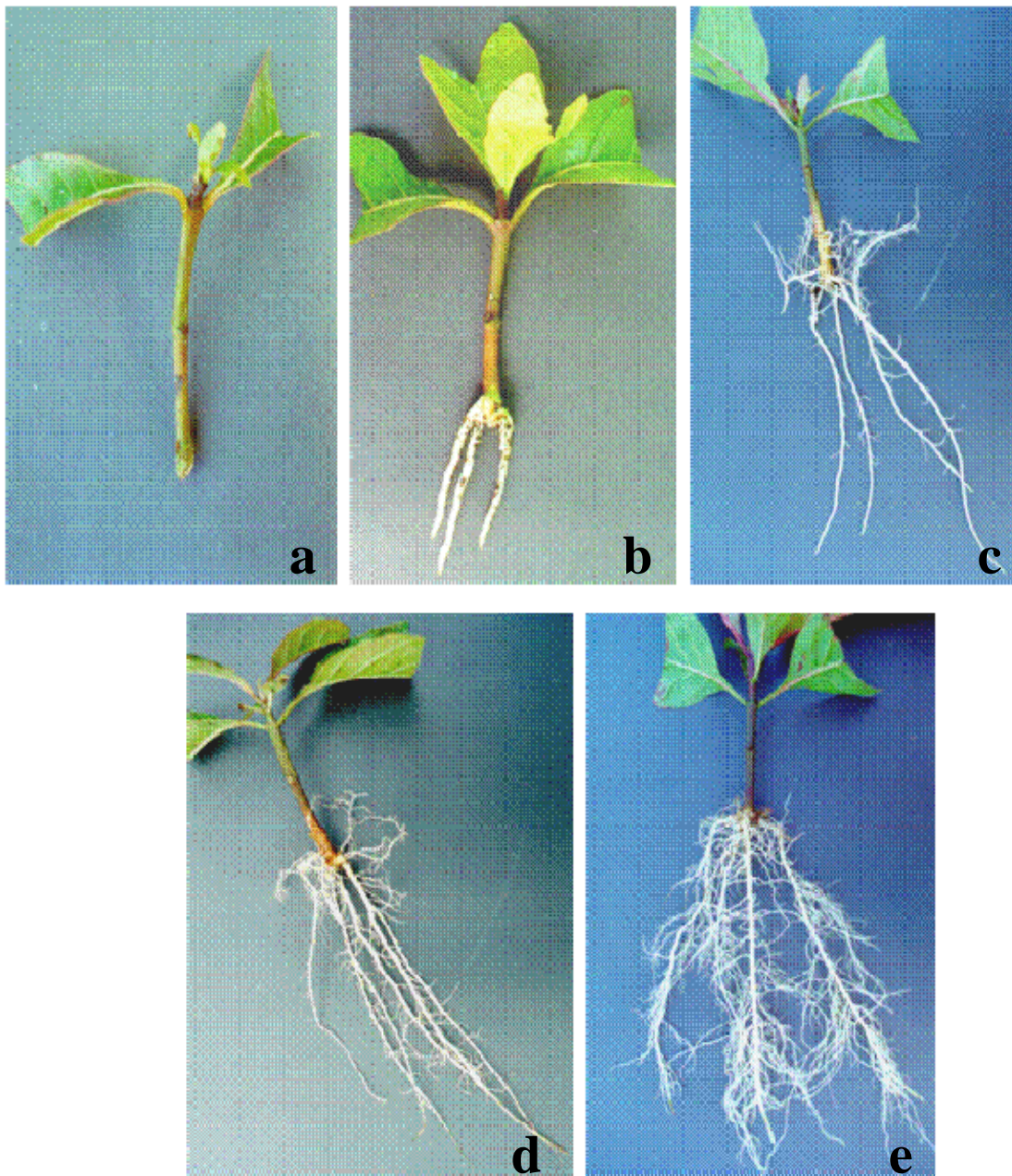


Figura 6A- Miniestacas de pau mulato aos 10 (a), 20 (b), 30 (c), 45 (d) e 60 (e) dias, respectivamente, com a aplicação de 2000 mg L^{-1} de ANA.

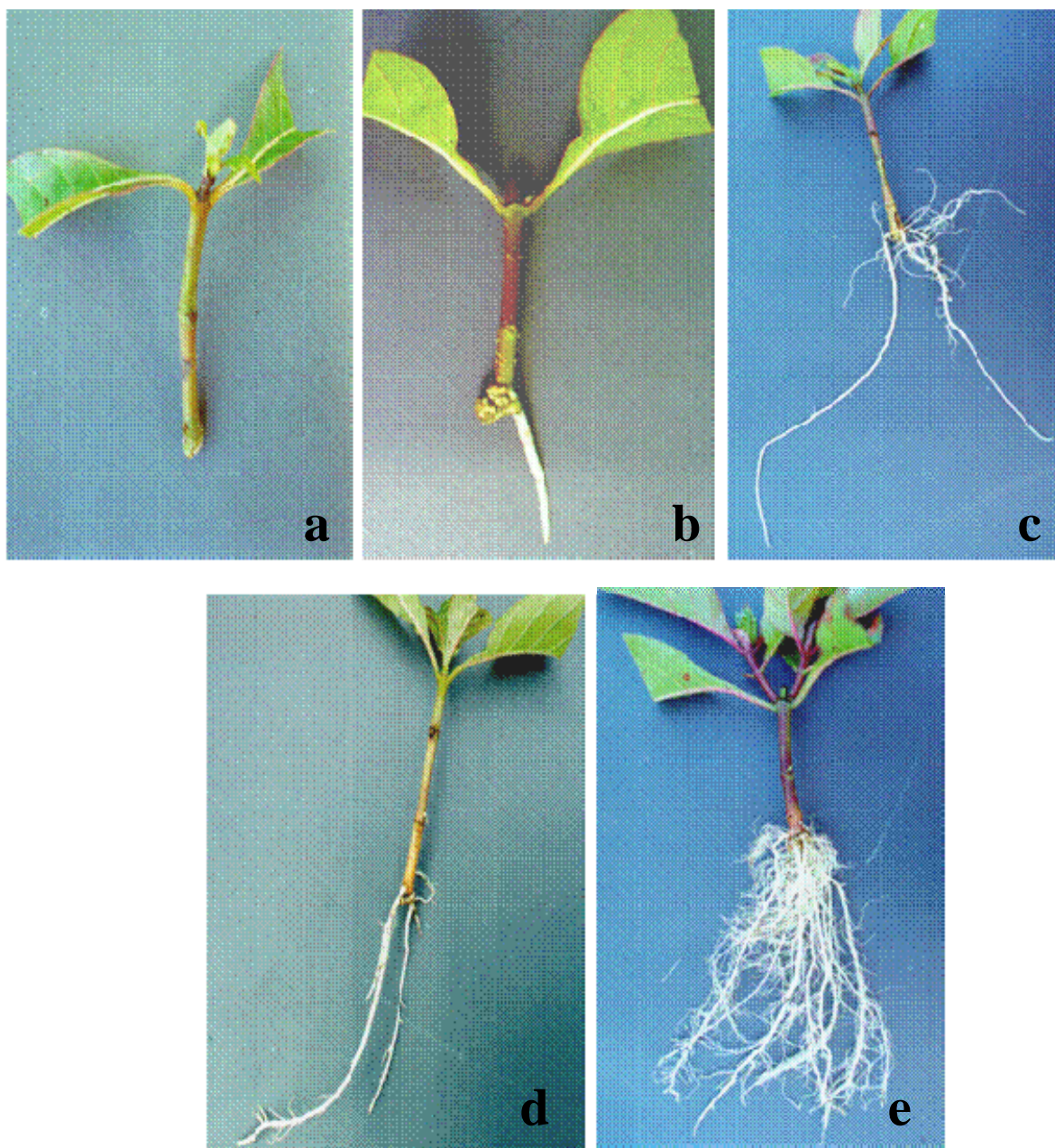


Figura 7A- Miniestacas de pau mulato aos 10 (a), 20 (b), 30 (c), 45 (d) e 60 (e) dias, respectivamente, com a aplicação de 3000 mg L^{-1} de ANA.