

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE
CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.)
MacLeish)**

ANDERSON ALVARENGA REZENDE

2007

ANDERSON ALVARENGA REZENDE

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CANDEIA
(*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)

Dissertação apresentada ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, área de concentração em Florestas de Produção, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Antonio Cláudio Davide

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

ANDERSON ALVARENGA REZENDE

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)

Dissertação apresentada ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Engenharia Florestal, área de concentração em Florestas de Produção, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 22 de junho de 2007

Prof. Dr. Evaristo Mauro de Castro UFLA

Prof. Dr. José Márcio Rocha Faria UFLA

Prof. Dr. Antonio Cláudio Davide
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Rezende, Anderson Alvarenga

Enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.)
MacLeish / Anderson Alvarenga Rezende. -- Lavras : UFLA, 2007.
75 p. : il.

Orientador: Antonio Cláudio Davide.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Propagação vegetativa. 2. Barreiras anatômicas. 3. *Eremanthus
erythropappus*. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 634.9

A Deus, pela minha existência e por me guiar em todos os momentos,
A Nossa Senhora Aparecida e à Irmã Benigna,

DEDICO.

Ao meu pai, Carlos; minha mãe, Elaine, pelo amor confiança e orações.

A minha noiva, Danúbia, pelo apoio, carinho e companheirismo.

E a todos aqueles que torceram por mim,

OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades oferecidas e por estar sempre presente em todos os momentos de minha vida.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências Florestais, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao professor Antônio Cláudio Davide, pela orientação, confiança e amizade.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Ao grande amigo e companheiro, Lucas Amaral de Melo, por toda a ajuda, inclusive nos momentos mais difíceis.

Aos colegas de laboratório, aos funcionários do Departamento e a todos que não foram citados, mas nem por isso esquecidos e que contribuíram, de alguma maneira, para o êxito deste trabalho.

Ao meu grande amor, Danúbia, por estar comigo em todos os momentos, sempre à disposição, pronta a me ajudar. E por tudo o que faz por mim.

Ao meu pai, Carlos Roberto Rezende e minha mãe, Elaine Aparecida Alvarenga Rezende; meus “orientadores biológicos”, pelo amor dedicação, carinho, incentivo, por acreditarem em mim e por nunca medirem esforços na hora de lutar comigo pelo melhor.

Aos meus familiares.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT	ii
CAPÍTULO I: REFERENCIAL TEÓRICO	1
1 INTRODUÇÃO	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 A espécie <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish.....	4
2.2 Histórico (propagação vegetativa)	7
2.3 Propagação vegetativa.....	8
2.4 Fatores que influenciam o enraizamento de estacas	9
2.4.1 Fatores internos	9
2.4.1.1 Condição fisiológica da planta e do ramo.....	9
2.4.1.2 Idade da planta matriz.....	10
2.4.1.3 Balanço hormonal.....	14
2.4.1.4 Tipo de estaca.....	17
2.4.2 Fatores externos	18
2.4.2.1 Época e hora da realização da estaquia.....	18
2.4.2.2 Luz.....	19
2.4.2.3 Substrato.....	20
2.4.2.4 Temperatura.....	22
2.4.2.5 Umidade relativa do ar.....	23
2.5 Capacidade de rebrota de cepas	23
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
CAPÍTULO II: ESTUDO ANATÔMICO DAS BARREIRAS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CANDEIA (<i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeish)	39
1 RESUMO	40
2 ABSTRACT	41
3 INTRODUÇÃO	42
4 MATERIAL E MÉTODOS	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
6 CONCLUSÕES	49
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

CAPÍTULO III: DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DE ESTAQUIA E MINIESTAQUIA.....	52
1 RESUMO	53
2 ABSTRACT	54
3 INTRODUÇÃO	55
4 MATERIAL E MÉTODOS	56
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
6 CONCLUSÕES	70
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71
APÊNDICE.....	73

RESUMO GERAL

REZENDE, Anderson Alvarenga. **Enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2007. 75p. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A candeia é uma espécie arbórea da família das Asteraceae que possui múltiplos usos. Resultados inerentes à capacidade de brotação de suas cepas e do enraizamento de suas estacas são ainda incipientes. Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho foi o desenvolvimento de metodologia de enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) utilizando-se de estudos anatômicos das barreiras para o enraizamento e o desenvolvimento de métodos de estaquia e miniestaquia. Para analisar a presença de barreiras anatômicas, foram coletados ponteiros de árvores adultas e novas, estacas da porção basal do ramo de árvore adulta e miniestacas. Para a realização dos cortes transversais da base de estacas e miniestacas, os materiais foram fixados em FAA 70 e conservados em álcool 70%. As lâminas semipermanentes foram confeccionadas segundo microtécnicas usuais de anatomia vegetal. Para o experimento de estaquia foram coletadas estacas de cepas de matrizes no município de Aiuruoca (MG). Foram feitos três tipos de estacas: apicais, intermediárias e basais com 10-15 cm de comprimento. Sempre que possível foram mantidas 1 ou 2 pares de folhas. Após o preparo, as estacas foram tratadas com AIB diluído em água e em talco, nas concentrações de 200, 400, 600 ppm. Fez-se a imersão da base das estacas por 3 horas na solução aquosa, enquanto que as tratadas com pó foram “mergulhadas” e, em seguida, estaqueadas em bandejas contendo tubetes de 115 cm³ e mantidas em casa de vegetação sob nebulização intermitente. Após o enraizamento, as mudas foram plantadas no minijardim clonal para o fornecimento de miniestacas. Para barreiras anatômicas ao enraizamento, a camada de esclerênquima apresentou variação na sua espessura e continuidade. Essa barreira interfere na capacidade de enraizamento das estacas de candeia. Para o experimento de estaquia, os melhores resultados foram com estacas de região apical e intermediária dos brotos das cepas, obtendo-se uma média de 58% e 33% de enraizamento, respectivamente. Para forma de aplicação de AIB, em relação ao número de raízes/estaca, a forma líquida nas concentrações de 400 e 600 ppm é a mais indicada. Para miniestacas, o total de enraizamento foi de 25% após 30 dias em casa de vegetação, sendo necessária a realização de novos experimentos.

*Orientador: Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA

GENERAL ABSTRACT

REZENDE, Anderson Alvarenga. **Rooting of candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) cuttings.** 2007. 75p. Dissertation (Masters in Production Forests) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

“Candeia” (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) is an arboreal species of the family Asteraceae, with multiple uses. Studies on the capacity of regeneration of this species through sprouting and its viability for cloning are still incipient. Thus, the general objective of this work was the development of methodology for rooting of “candeia” (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) cuttings, focusing on the study of the anatomical barriers for the rooting and the development of cutting and mini-cutting methods. To analyze the presence of anatomical barriers, tip branches of adult and young trees were collected, as well as cuttings from the basal part of the branches of adult trees and mini-cuttings. The transversal cuts of the base of cuttings and mini-cuttings were fixed in FAA 70 and conserved in alcohol 70%. Semipermanent slides were made following usual microtechniques of plant anatomy. For the rooting experiment, cuttings were collected from stump sprouts of trees in the city of Aiuruoca (MG). Three types of cuttings were made: apical, intermediate and basal, with 10-15 cm length. Whenever possible, 1-2 pairs of leaves were kept. The base of the cuttings were treated with IBA at 200, 400 and 600 ppm, through two types of application: diluted in water (cuttings remained for 3 hours) and in talcum powder (base plunged into the talcum). Next, the cuttings were inserted in 115 cm³ plastic tubes and kept in greenhouse under intermittent mist. After rooting, the cuttings were planted in the mini clonal-garden for the supply of mini-cuttings. Regarding the anatomical barriers to the rooting, the layer of sclerenchyma presented variation in its thickness and continuity. This barrier affects the rooting capacity of “candeia” cuttings. In the cutting experiment, the apical and intermediate cuttings from stump sprouts showed the best performance, attained 58% and 33% of rooting, respectively. The aqueous solution of IBA (400 and 600 ppm) was the best type of application, in relation to the number of roots/cutting. The rooting of mini-cuttings was 25% after 30 days in greenhouse, being necessary new experiments.

*Supervisor: Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA

CAPÍTULO I
REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

O Projeto Manejo Sustentável da Candeia, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e pela Fundação de Apoio ao Ensino e Extensão (FAEPE), conta com duas linhas básicas de pesquisa. A primeira é o desenvolvimento de metodologia para promover o manejo sustentável dos candeiais nativos onde estão sendo desenvolvidas equações para estimar o volume, o peso seco e a quantidade de óleo das árvores do candeial nativo. A segunda linha de pesquisa é o desenvolvimento de metodologia para gerar um sistema silvicultural para a produção comercial de candeia envolvendo a produção de sementes melhoradas e a clonagem de matrizes com alto potencial de produção de madeira e óleo essencial.

A candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) é uma espécie florestal classificada na família das Asteraceae (Carvalho, 1994). Possui múltiplos usos, sendo os principais moirões de cerca pela sua durabilidade, e a extração de óleo essencial, cujo princípio ativo é o alfabisabolol (Teixeira et al., 1996). Segundo Rios (2003), o óleo de candeia impulsiona um mercado promissor e, atualmente, existe alta demanda comercial da madeira dessa espécie na região do sul de Minas Gerais para a extração do óleo.

Resultados inerentes à capacidade de regeneração dessa espécie por meio de cepas e sua viabilidade como método de clonagem são ainda incipientes. Assim, torna-se necessário o conhecimento sobre a silvicultura da candeia, para a qual experimentos de adubação e espaçamento encontram-se no campo e trabalhos envolvendo produção e tecnologia de sementes (Tonetti, 2004) e mudas (Braga, 2006) já foram desenvolvidos.

Para a clonagem de genótipos superiores de candeia são necessários dois fatores iniciais. O primeiro refere-se à necessidade de identificação de genótipos superiores, o que está sendo feito por testes de procedência x progênes, nos

quais árvores com melhor comportamento silvicultural e maiores teores de alfabisabolol serão identificadas. O segundo refere-se à necessidade de desenvolvimento de metodologia que permita a produção de mudas clonadas em escala comercial.

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é o enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). Os objetivos específicos foram: estudo anatômico das barreiras para o enraizamento e desenvolvimento de métodos para o enraizamento de estacas e miniestacas de candeia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish

A candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) é uma espécie florestal de grandes potencialidades, sendo classificada na família das Asteraceae (Carvalho, 1994).

Características distintivas da árvore de candeia a descrevem, de acordo com Rizzini (1979), como sendo árvore pequena, que vai a 10 m de altura e 30 cm de diâmetro, com fuste irregular e curto, apresentando copa muito ampla.

Segundo Araújo (1944), a raiz é pivotante, formando um sistema radicular homogêneo, pouco desenvolvido, portanto, não explora uma camada de terra muito profunda. As folhas são simples, opostas e com pilosidade cinérea (Chaves & Ramalho, 1996). Tem característica marcante, devido à dupla coloração na parte superior, sendo verdes e glabras e, na parte inferior são esbranquiçadas, com superfície tomentosa e aveludada (Corrêa, 1931). As flores são hermafroditas, apresentando inflorescência de cor púrpura nas extremidades dos ramos (Araújo, 1944). A inflorescência, juntamente com as folhas duplamente coloridas, resulta em aspecto característico para a árvore, que é identificada a distância (Rizzini, 1979).

O fruto é do tipo aquênio, com superfície cilíndrica e dez arestas, de cor pardo-escura, com aproximadamente 2 mm de comprimento, contendo em seu fruto uma só semente (Pérez, 2001).

O formato de sua copa contribui para a dispersão das sementes que, por serem muito leves, são disseminadas pelo vento. Os indivíduos conseguem sobreviver em clareiras que, sem a competição de outros vegetais, formam agregados densos (Cândido, 1991).

A floração da candeia começa quando a planta atinge os três anos de idade. A época de floração varia de lugar para lugar e de ano para ano,

ocorrendo entre os meses de agosto e setembro (Siqueira, 2002). A frutificação acontece dois a três meses depois, sendo a colheita feita de outubro a novembro, quando os frutos começam a cair (Cândido 1991).

Os efeitos fenológicos de floração e posterior frutificação estão intimamente relacionados às condições ambientais, principalmente à umidade e, em anos mais secos, ambos iniciam-se mais atrasados em relação a anos que apresentaram maior precipitação (Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, CETEC, 1994).

A candeia ocorre no nordeste da Argentina, norte e leste do Paraguai e no Brasil (Carvalho, 1994). Conforme Rizzini, (1979), sua ocorrência no Brasil vai da Bahia a São Paulo, formando amplos agregados nos cerrados, campos e lugares devastados; é particularmente dispersa em Minas Gerais (Pérez, 2001). Carvalho (1994) cita outras regiões, como Espírito Santo, sul de Goiás, sul do Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e no Distrito Federal.

Uma característica importante da candeia é seu desenvolvimento em sítios com solos pouco férteis, rasos e predominantemente em áreas de campos de altitude (variando entre 900 e 1.700m) (Núcleo de Estudos em Manejo Florestal, NEMAF, 2007). Segundo Pérez (2001), é muito comum encontrar grandes candeiais em locais em que seria difícil o desenvolvimento de outra espécie arbórea ou de uma cultura agrícola. Por revestir com rapidez os terrenos, é recomendada para reflorestamento (Côrrea 1931).

Rizzini (1979) cita as características da madeira como sendo de cor branco-acinzentada com riscas mais densas, dura e compacta. Apresenta-se pesada e lisa, sendo seus anéis de crescimento perceptíveis com albúrnio e cerne mal distintos (dois terços são de cerne). A madeira é conhecida no meio rural como “madeira-branca” devido a sua alta resistência à umidade e à putrefação (Pereira, 1998). Seu peso específico, conforme Côrrea (1931), é de 0,912,

apresentando resistência ao esmagamento. A madeira exala um odor peculiar e intenso, lembrando a essência de valeriana e o ácido valeriânico (Rizzini, 1979).

É uma espécie florestal de múltiplos usos, sendo utilizada principalmente para moirão de cerca pela sua durabilidade. Também é extraído óleo essencial de toda planta, cujo principio ativo é o alfabisabolol, que exibe propriedades antiflogísticas, antibacteriana, antimicóticas, dermatológicas e espasmódicas (Teixeira et al., 1996).

Segundo Rios (2003), o óleo de candeia impulsiona um mercado promissor. Atualmente, existe alta demanda comercial da madeira dessa espécie na região do Sul de Minas Gerais para a extração do óleo. O óleo refinado obtido dessa madeira possui alto valor de mercado, chegando a 55 dólares o quilo. O principal mercado é a Europa, onde a principal utilização do alfabisabolol é como fixador, na indústria de perfume.

Pérez (2001) concluiu, em seus estudos, que o peso do óleo extraído do fuste da candeia aumenta com o aumento da classe diamétrica desta, sendo possível e viável extrair o óleo dos galhos finos e das folhas das árvores de candeia, além do óleo já extraído tradicionalmente do fuste. Quando extraído dos galhos finos, agrega-se em média, 19,35% a mais de óleo e, das folhas, 25,78% a mais de óleo em relação ao existente no fuste quantificado pelo processo industrial.

Tonetti (2004), trabalhando com sementes de candeia, verificou que a alternância de temperatura de 20° a 30°C, com 10 horas de luz e 14 horas de escuro, é a condição ótima para a germinação das sementes. Essa mesma autora concluiu que, para a avaliação da qualidade física das sementes, o uso de raios X é viável, no procedimento de 30kV por 45 segundos com as sementes coladas com fita adesiva sobre placas de acrílico. Para a separação de sementes vazias e cheias, a utilização de soprador tipo South Dakota é eficiente, regulado na abertura 6,0 e tempo de 30 segundos.

Entre as pragas, se destacam as formigas cortadeiras causando danos mais sérios, já que atacam as plantas em qualquer fase de seu desenvolvimento, cortando suas folhas, flores, brotos e ramos finos. O controle normalmente é feito antes, durante e após o plantio. Cupins também podem atacar um tronco mais velho, sem prejudicá-lo. Entretanto, o cupim mais perigoso é o subterrâneo (Cândido, 1991).

De acordo com Pereira (1998), com relação aos aspectos da nutrição mineral da espécie, verificou-se que: i) nos tratamentos sem adubação ou com adubação incompleta (sem adição de P), as plântulas não se desenvolveram; ii) a omissão de N, S, Mg e B na formulação também se mostrou limitante, afetando o crescimento em altura das plantas; iii) as demais omissões de nutrientes foram indiferentes em relação ao tratamento completo e iv) a omissão de Zn mostrou uma tendência de maior produção de biomassa, mostrando que esse elemento reduz o desenvolvimento da candeia.

2.2 Histórico (propagação vegetativa)

No mundo, a silvicultura clonal tem sido praticada no Japão há séculos, para estabelecer florestas de *Cryptomeria japonica* e, mais recentemente, na Alemanha e Suécia, para estabelecer florestas de *Picea abies* (Greenwood & Hutchison, 1993).

Em 1950, Bouvier, engenheiro florestal francês, descobriu, casualmente, a possibilidade de propagação de materiais juvenis de eucalipto por estaquia. No norte da África era comum, naquela época, podar as mudas de *E. camaldulensis* para mantê-las por mais tempo uniformes e mais resistentes para plantio no campo. Bouvier notou que os restos de poda, contendo alguns pares de folhas que caíam no chão entre as mudas, sob alta umidade, enraizavam após alguns dias. A partir dessas observações, esses pesquisadores demonstraram, com sucesso, a capacidade de enraizamento de várias espécies e híbridos de

Eucalyptus, ao empregarem material juvenil colhido até o 15° nó, aproximadamente (Alfenas et al., 2004).

Todavia, tentativas bem-sucedidas de clonagem a partir de árvores adultas só foram alcançadas no início da década de 1970, quando um talhão clonal de menos de um hectare de *E. grandis* foi estabelecido na região de Coff's Harbour. A técnica desenvolvida pelos australianos L. D. Pryor, R. R. Willing e I. P. Burgess consistiu em enraizar estacas a partir de brotações colhidas no campo em cepas de árvores superiores de *E. grandis* ou de mudas mantidas em vasos, submetidas a podas sucessivas. As estacas foram enraizadas em vasos plásticos contendo vermiculita, sob nevoeiro intermitente, em um canteiro sombreado coberto com plástico durante o verão (Alfenas et al., 2004). No período de 1964 a 1973, pesquisadores franceses do Centro Técnico de Floresta Tropical rapidamente transferiram a técnica de multiplicação de árvores adultas para a República Popular do Congo (Eldridge et al., 1993), onde, em 1975, foram estabelecidos 3.000 ha de floresta clonal de eucalipto (Delwaulle et al., 1983). Ainda no final dessa mesma década, esta técnica foi, pioneiramente, introduzida no Brasil pelos engenheiros Edgard Campinhos e Yara Ikemori (Campinhos & Ikemori, 1983).

2.3 Propagação vegetativa

A propagação de plantas ocorre de duas diferentes formas: sexual e assexual ou vegetativa. A propagação por sementes é um processo sexual, pois envolve a união do gameta masculino com o gameta feminino para formar a semente.

A propagação vegetativa ou assexual baseia-se na capacidade de regeneração de parte da planta a partir de células somáticas e pode ser alcançada pela macropropagação ou pela micropropagação. A propagação vegetativa pela macropropagação envolve métodos convencionais, como estaquia, alporquia,

enxertia e miniestaquia, enquanto que a micropropagação é realizada por meio da técnica da cultura de tecidos (Higashi et al., 2000). Segundo Fachinello et al. (1995), a capacidade de regeneração da estaca depende de duas características: a totipotência (toda célula carrega a informação necessária para originar um novo indivíduo geneticamente igual ao que lhe deu origem) e a desdiferenciação (capacidade das células diferenciadas retornarem ao estado meristemático). Nascimento (1985) acrescenta que propagação vegetativa é utilizada como meio de conservar as características da planta mãe.

De acordo com Fachinello et al. (1995), estaca é “qualquer segmento de planta-mãe com, pelo menos, uma gema vegetativa que, uma vez submetidos a condições favoráveis, originam uma muda e posteriormente uma nova planta”.

2.4 Fatores que influenciam o enraizamento de estacas

Dentre os principais fatores que afetam o enraizamento de estacas destacam-se as condições fisiológicas (presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias), o período e a posição de coleta, a juvenilidade, o estiolamento, a presença de folhas e de gemas, a idade da planta matriz e fatores do ambiente, como disponibilidade de água, incidência lumínica e substrato (Hess, 1969; Hartmann et al., 1990).

2.4.1 Fatores internos

2.4.1.1 Condição fisiológica da planta e do ramo

As características internas da planta, como teor de água, reservas e nutrientes podem afetar o processo de formação de raízes. Dessa forma, a utilização de estacas provenientes de plantas com deficiência hídrica ou nutricional pode ocasionar insucessos no processo de rizogênese (Hartmann et al., 1997b).

As condições fisiológicas da planta contribuem para a emissão de raízes adventícias. Substâncias são fornecidas pelas folhas e se acumulam na zona de regeneração de raízes. De acordo com Hartmann et al. (1997b) e Haissig (1974), a relação carboidrato/nitrogênio, constatada nas estacas, vem sendo utilizada para definir a capacidade do material em enraizar e quanto maior o valor observado da relação, maior o enraizamento obtido. Segundo Hartmann & Kester (1968), a presença de nitrogênio, em grande quantidade, nos tecidos vegetais, faz com que estes se desenvolvam, consumindo reservas em detrimento da formação de raízes.

As estacas de fácil enraizamento, como as de *Hibiscus rosa sinensis* L. e *Crysanthemum* sp, têm grande quantidade de amido, enquanto o contrário ocorre em espécies de difícil enraizamento (Hess, 1969).

2.4.1.2 Idade da planta matriz

No processo de clonagem de espécies lenhosas, o rejuvenescimento dos ortetes torna-se necessário por ser o processo de maturação, um fenômeno que geralmente evolui de acordo com o desenvolvimento ontogenético das plantas, com a conseqüente redução ou até mesmo a perda da capacidade de enraizamento, o que se verifica em plantas adultas (Gomes, 1987 e Greenwood & Hutchison et al., 1993). No ciclo de desenvolvimento da planta, Fontanier & Jonkers (1976) têm dividido a idade em: idade cronológica, idade ontogenética e idade fisiológica. Estes autores descrevem que a idade cronológica inicia-se na germinação. A idade ontogenética se refere à passagem da planta durante as sucessivas fases do desenvolvimento, isto é, embriogênese, germinação e as fases de crescimento vegetativo e sexual. Já a idade fisiológica, de acordo com a definição destes autores, refere-se, primariamente, aos “aspectos negativos da idade, tais como perda do vigor, o aumento da suscetibilidade às condições adversas, ou à deterioração em geral”. O uso do termo “maturação”, portanto,

estaria relacionado à idade ontogenética.

Como o processo da propagação vegetativa não inclui meiose, os rametes (brotações originárias da planta matriz) são geneticamente idênticos aos ortetes (planta matriz), no entanto, ainda existem variações fenotípicas entre os rametes dentro de um clone. As causas das variações são, provavelmente, ambientais e provocadas por fatores relacionados ao propágulo (Higashi et al., 2000). Burton & Shelbourne (1974) denominaram esse efeito como “Efeito M” (um tipo de efeito maternal) e Lerner (1958) usou o termo “Efeito C”, para os mesmos efeitos.

O “Efeito C” parece ser importante, principalmente para características mensuradas relativamente após a propagação. O estado de maturação do material a ser propagado (ontogenia) tem um grande efeito na capacidade de propagação e, subseqüentemente no crescimento dos propágulos originários de estacas ou da cultura de tecidos. Técnicas para manter ou induzir a juvenildade são importantes para o sucesso da propagação vegetativa. Fases diferenciadas de maturação entre os clones podem parecer como “Efeito C” e podem resultar em um aumento artificial da variação clonal, portanto, poderiam aumentar as estimativas de ganhos genéticos na seleção clonal (Higashi et al., 2000).

Pesquisas envolvendo a propagação vegetativa de espécies arbóreas têm desenvolvido terminologias para descrever as influências dos fatores que afetam no desenvolvimento.

Ciclófise é o processo de maturação dos meristemas apicais (Olesen, 1978).

Topófise é o estado resultante da diferenciação no potencial de desenvolvimento fisiológico dos meristemas apicais entre as posições hierárquicas dos ramos, independente dos processos de maturação dos meristemas terminais (Dodd & Power, 1988).

Perífise é o efeito do ambiente no pré-condicionamento do material vegetal (Hallé et al., 1978).

Devido às influências da ciclófise, topófise e perífise, propágulos de um mesmo genótipo têm desempenhos diferenciados quando estabelecidos em condições de campo. Esses fatores não somente contribuem para a variação entre os clones e diferenças entre os tipos de propágulos, mas, se forem comuns aos membros de um clone, podem induzir estimativas de produtividade do desempenho clonal. Tais fatores não genéticos, comuns aos membros de um grupo, tais como clones ou famílias, são referidos como “Efeito C”. Em geral, as diferenças entre os tipos de propágulos vegetativos ou entre propágulos originários de diferentes idades são os resultados do “Efeito C” (casos em que grupos geneticamente similares são comparados). Geneticistas quantitativos preocupam-se particularmente com o “Efeito C”, uma vez que este poderia influenciar nas estimativas da variância genética total e de outros parâmetros, tais como herdabilidade, correlações entre características e ganhos genéticos (Higashi et al., 2000).

Entre os problemas associados com a propagação vegetativa estão:

a) os rametes propagados de diferentes partes de uma mesma árvore podem crescer e se desenvolver diferentemente para cada ortete e ou formas de ortetes (Figura 1). 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);

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, os propágulos originários de árvores mais jovens têm menor variação no crescimento e no desenvolvimento do que aqueles originados de árvores mais velhas (Franclet, 1985);

c) as condições ambientais das árvores doadoras podem afetar seu desenvolvimento, principalmente na qualidade dos rametes (Libby & Jund, 1962).

A juvenilidade pode ser definida como o estágio no qual, nas plantas lenhosas, observam-se várias manifestações morfofisiológicas, como a incapacidade de florescimento e facilidade de enraizamento (Borchert, 1962).

Segundo Hackett (1983), a habilidade da estaca em formar raiz em muitas espécies, particularmente em plantas lenhosas, diminui com o aumento da idade da planta matriz. As quantidades de fitormônios nas plantas são variáveis de acordo com a idade fisiológica da planta e do órgão (Hoffmann et al., 1996).

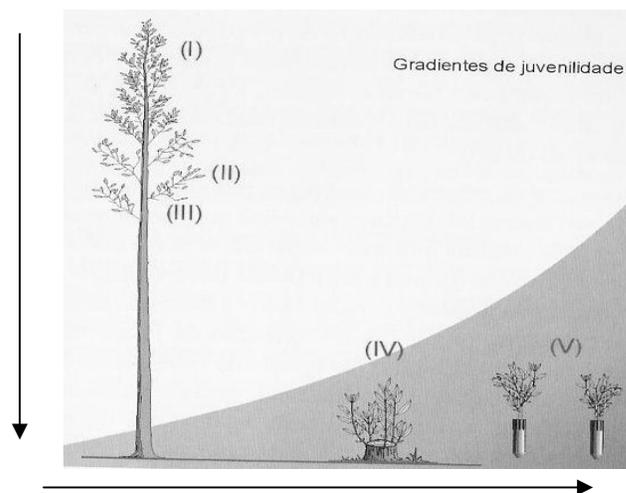


FIGURA 1. Gradientes crescente de juvenilidade na árvore, em sua brotação após o corte e na minicepa, representado por I (ápice da árvore), II (ápice do galho), III (base do galho), IV (brotação basal) e V (minicepas), respectivamente (Fonte: Alfenas et al., 2004).

2.4.1.3 Balanço hormonal

Sabe-se que, para a formação de raízes adventícias em estacas, é necessária a presença de certos níveis de substâncias de crescimento natural na planta. Várias classes de reguladores de crescimento como auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e inibidores, como ácido abscísico e compostos fenólicos, exercem influência sobre a iniciação de raízes (Hartmann et al., 1997a). Todavia, auxinas, citocininas e giberelinas são os reguladores de crescimento que mais afetam o enraizamento de estacas. A auxina natural (ácido indolacético – AIA ou IAA) é sintetizada, principalmente, nas gemas apicais e nas folhas jovens e transloca-se do ápice para a base da planta. Outras auxinas sintéticas, como o ácido indolbutírico (IBA ou AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA), podem ser utilizadas na promoção do enraizamento, mostrando-se, até mesmo, mais eficientes do que o próprio IAA (Fachinello et al., 1995).

Enquanto as auxinas estimulam o enraizamento adventício, as citocininas, que são produzidas nas raízes, estimulam a divisão celular. Geralmente, alta relação auxina/citocinina favorece a formação de raízes, enquanto o contrário facilita a formação de ramos. Assim, as auxinas possuem maior efeito na rizogênese de estacas, pois são essenciais para a iniciação de raízes adventícias, bem como desempenham um importante papel no estímulo à divisão celular. As giberelinas inibem o enraizamento de estacas, provavelmente por estimularem o crescimento vegetativo que compete com a formação de raízes (Hartmann et al., 1997a).

Hartmann et al. (1997b) afirmaram que o ácido indolacético (IAA) por si só não é suficiente para promover a rizogênese, sendo necessária a presença de co-fatores de enraizamento. Os co-fatores de enraizamento são substâncias de ocorrência natural, como, por exemplo, ácido isoclorogênico, terpenóides oxigenados e compostos fenólicos (Hackett, 1988, Hartmann et al., 1997a), que atuam sinergicamente com as auxinas, e são necessários para que se tenha o

enraizamento (Fachinello et al., 1995). De acordo com Heuser (1976), a maior existência de co-fatores é observada, em maior intensidade, no estágio juvenil das plantas, explicando, dessa forma, o maior enraizamento observado nesse estágio.

A influência do ácido abscísico no enraizamento de estacas não está bem esclarecida, no entanto, sua função, aparentemente, depende de sua concentração e das condições ambientais e nutricionais da planta. Analogamente, o etileno pode reduzir, aumentar ou não interferir na formação de raízes adventícias. A promoção do enraizamento por etileno ocorre mais frequentemente em plantas intactas do que em estacas, em herbáceas do que em lenhosas e em plantas possuindo raízes iniciais já formadas. Há evidências de que o etileno endógeno não está diretamente envolvido no enraizamento induzido por auxinas em estacas (Hartmann et al., 1997a).

Outros compostos podem interferir na formação de raízes adventícias como poliaminas, fenóis, salicilatos, retardantes e inibidores de crescimento vegetativo, porém, com efeitos insuficientes para justificar seu uso na propagação comercial de estacas. Contudo, os inibidores não são universalmente encontrados em espécies difíceis de enraizar, indicando que a habilidade de enraizamento é controlada por outros mecanismos bioquímicos e ou fatores moleculares. Diferentemente, derivados do ácido cinâmico funcionam como inibidores do enraizamento e, quando removidos pela lavagem das estacas em água corrente, há aumento na quantidade e qualidade de raízes (Hackett, 1988; Hartmann et al., 1997a).

Fachinello et al. (1995) afirma que a capacidade de uma estaca emitir raízes é função dos fatores endógenos e das condições ambientais proporcionadas ao enraizamento. Para estes autores, a formação de raízes adventícias deve-se à interação entre fatores existentes nos tecidos e à translocação de substâncias localizadas nas folhas e gemas. Esses fatores que

controlam a divisão celular em tecidos de plantas sugerem que os chamados "hormônios de plantas" estejam envolvidos ou sirvam como componentes limitantes destes processos fisiológicos (Torrey, 1996).

A formação de raízes pode ser dividida em fases sucessivas interdependentes. Associando aspectos de anatomia e balanço hormonal, alguns autores (Gaspar et al., 1994, 1997; Hartmann et al., 1997a) sugeriram uma divisão da ontogênese (processos relacionados à formação do órgão) das raízes adventícias em quatro fases. A primeira é a indução, definida como o período que abrange as reações bioquímicas necessárias para a iniciação das divisões celulares responsáveis pela formação dos primórdios radiculares. A segunda fase é a iniciação, em que ocorre a desdiferenciação celular, seguida de divisões. Nessa fase, o processo pode ser favorecido pelas auxinas e inibido por polifenóis e giberelinas. A terceira fase caracteriza-se pela organização e pelo crescimento do primórdio, o qual pode ser inibido por auxinas e favorecido por polifenóis e giberelinas nos estágios iniciais. Na quarta fase, ocorre o alongamento do primórdio radicular, caracterizado por seu crescimento através do córtex, a emergência através da epiderme e a conexão do sistema vascular da raiz com o do caule. Nesse estágio, não há mais resposta à auxina.

Considerando as abordagens anteriores, uma classificação mais prática quanto à facilidade de enraizamento é apresentada por Hartmann et al. (1997a), em que as plantas podem ser divididas em três classes, quanto à formação de raízes adventícias:

1- aquelas cujos tecidos possuem todos os componentes endógenos essenciais para iniciação de raízes incluindo auxinas. Quando as estacas são submetidas a condições apropriadas de ambiente, nota-se uma rápida formação de raízes;

2- aquelas em que os co-fatores que ocorrem naturalmente estão presentes em grandes quantidades, mas a auxina é limitante. Com a aplicação dessa, a capacidade de enraizamento é aumentada;

3- aquela em que os compostos indutores do enraizamento estão ausentes ou falta sensibilidade às células para responderem a esses compostos, estando ou não as auxinas naturais presentes em abundância. Nessas espécies há pouca ou nenhuma resposta à aplicação externa de auxina.

2.4.1.4 Tipo de estaca

Fachinello et al. (1995) classificaram os tipos de estacas, em relação ao estágio vegetativo na época de coleta, como: herbáceas, semilenhosas e lenhosas. Segundo a definição de Hartmann et al. (1990), estacas lenhosas devem ser coletadas durante o período de repouso vegetativo (dormência), as semilenhosas durante o verão, quando as plantas encontram-se em pleno desenvolvimento vegetativo e as herbáceas são aquelas oriundas de espécies não lenhosas. Para Aroeira (1957), estacas herbáceas apresentam maior facilidade de formar raízes do que estacas lenhosas da mesma espécie.

Segundo Fachinello et al. (1995), com o preparo da estaca, ocorre uma lesão tanto nos tecidos do xilema quanto nos do floema, resultando num traumatismo, que é seguido por um processo de cicatrização, formando uma capa de suberina, que reduz a desidratação na área lesada. Nessa região, muitas vezes se forma uma massa de células parenquimatosas desorganizadas, pouco diferenciadas e em diferentes estágios de lignificação, denominadas calo.

A maioria das raízes adventícias de ramos origina-se de células que apresentam a capacidade de tornarem-se meristemáticas (Alvarenga & Carvalho, 1983). Em estacas de plantas herbáceas, as raízes têm origem entre os feixes vasculares ou periciclo, enquanto em estacas lenhosas as mesmas podem ser originadas do xilema secundário, do câmbio ou do floema. O local de emissão

das raízes para o meio externo pode ser a base, os nós ou os entrenós da casca (Fachinello et al., 1995).

A posição do ramo no qual a estaca é retirada também pode influenciar no enraizamento. Scalabrelli & Couvillon (1988), trabalhando com estacas lenhosas de pessegueiro, concluíram que as estacas retiradas da porção basal do ramo apresentaram melhores resultados do que as medianas e apicais, devido a maiores quantidades de substâncias de reserva. Zambão et al. (1982), estudando estacas semilenhosas de pessegueiro, não encontraram diferenças significativas no enraizamento das porções basais e terminais do ramo. Para Hartmann & Hansen (1955), as estacas retiradas da porção subterminal apresentam melhor enraizamento do que as terminais, na maioria dos casos.

Em estudos realizados em estacas de abacateiro, Reuveni & Raviv (1981) observaram a função das folhas e mostraram que a manutenção de folhas pelas estacas era fundamental para o enraizamento, relacionando a porcentagem de enraizamento com o número de folhas remanescentes.

2.4.2 Fatores externos

2.4.2.1 Época e hora de realização da estaquia

A influência da época de coleta das estacas está diretamente relacionada à consistência da estaca. Normalmente, estacas de consistência mais herbácea apresentam maior capacidade de enraizamento (Simonetto, 1990).

O período de coleta das estacas pode ter um papel importante na capacidade de enraizamento. As estacas coletadas em um período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão) apresentam-se mais herbáceas e as colhidas em um período de repouso vegetativo ou de dormência (inverno) apresentam-se mais lignificadas e, de modo geral, tendem a enraizar menos. Por outro lado, estacas menos lignificadas (herbáceas e semilenhosas) são mais propícias à desidratação e à morte (Hartmann et al., 1990).

Komissarov (1968) observou que a época do ano em que a estaquia é realizada é fator determinante de sucesso, uma vez que está relacionada com o estágio do ramo e com o grau de atividade dos processos fisiológicos das plantas. Dessa forma, algumas plantas podem ser propagadas no período de crescimento e outras durante o repouso. A época ideal para a propagação de cada planta em especial deve ser determinada regionalmente e experimentalmente.

Hartmann & Loreti (1965), em estudos realizados em estacas de oliveira, observaram que a época do ano teve grande influência na porcentagem de enraizamento e no número de raízes por estaca. Os melhores resultados foram observados na primavera e no verão; o verão também foi a melhor época para estacas semilenhosas de kiwi (Caldwell et al., 1988) e para estacas de aceroleira (Leonel et al., 1991). Contudo, para estacas lenhosas de pessegueiro, os melhores resultados foram obtidos no inverno (Fachinello et al., 1982; Issell & Chalmers, 1979).

A hora do dia em que as estacas são coletadas da planta matriz pode influenciar na resposta de enraizamento. Durante as primeiras horas da manhã ou à noite, a planta se encontra em condições hídricas favoráveis, o que aumenta a chance de sobrevivência das estacas. Deve-se observar a cultivar ou a espécie a ser propagada, o tempo de formação de raízes, a necessidade de utilização de fitorreguladores e os procedimentos desde a coleta até o momento da regeneração das raízes (Ono & Rodrigues, 1996).

2.4.2.2 Luz

Hartmann et al. (1997b) afirmaram que o efeito da luz no processo de enraizamento pode ser devido à intensidade, ao fotoperíodo e à qualidade da luz, podendo o efeito ocorrer diretamente nas estacas ou nas plantas matrizes. Para Fachinello et al. (1995), baixa intensidade luminosa nas plantas matrizes pode favorecer a formação de raízes, devido à preservação das auxinas e de outras

substâncias endógenas. O estiolamento dos ramos, dos quais serão retiradas as estacas, facilita o enraizamento e é uma prática recomendada, especialmente no caso de espécies de difícil enraizamento.

Segundo Pádua (1983), em estacas herbáceas ou com folhas, a luz favorece o enraizamento devido à sua ação sobre a fotossíntese e à produção de carboidratos.

Reis et al. (2000) buscaram verificar o enraizamento de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana* Dcne., provenientes de plantas submetidas ao estiolamento da planta inteira e de ramos com estiolamento basal, durante um período de 100 dias. Esses autores verificaram que o enraizamento das estacas foi de 67,27%, independente do uso do estiolamento, verificando 63,37% de estacas enraizadas em condições de estiolamento. As estacas provenientes de plantas estioladas e com estiolamento basal apresentaram menores porcentagens de lignina (20,21%), não tendo sido constatadas diferenças nas porcentagens de compostos fenólicos totais e açúcares totais entre as estacas estioladas e não-estioladas.

Howard & Harrison-Murray (1995) estudaram os efeitos da luz (escuro e claro) no enraizamento de estacas de *Syringa vulgaris* "Madame Lemoine" e observaram que menores radiações na base das estacas, durante o estaqueamento, proporcionaram os melhores resultados.

2.4.2.3 Substrato

O substrato é um dos fatores de maior influência no enraizamento de estacas, principalmente naquelas espécies que apresentam dificuldade de formação de raízes. Tem função de sustentação das estacas durante o período de enraizamento, mantendo sua base em ambiente úmido, escuro e suficientemente aerado (Hoffmann et al., 1996).

Para Mello (1989), o substrato de enraizamento deve ser de baixa

densidade, boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem e boa coesão entre as partículas ou aderência junto às raízes. O pH do substrato mais baixo favorece o enraizamento e dificulta o desenvolvimento de microrganismos, ressaltando, ainda, que o fornecimento de nutrientes pelo substrato é dispensável para o enraizamento, devido ao fato de esse fenômeno acontecer em função das reservas endógenas da estaca (Fachinello et al., 1995).

Gontijo et al. (2002), testando areia e a vermiculita como substrato no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de ameixeira ‘Mirabolano’, constataram que a vermiculita proporcionou maior porcentagem de enraizamento e melhor qualidade do sistema radicular formado. Costa Júnior (2000), trabalhando com estacas semilenhosas de goiabeira ‘Kumagai’, verificou que a vermiculita e a turfa proporcionaram o menor requerimento do regulador de crescimento AIB, aplicado exógenamente, para a formação de um sistema radicular de qualidade. Antunes et al. (1996), trabalhando com estacas de figueira, verificaram que o substrato terra/areia proporcionou as melhores características no sistema radicular formado das brotações, além da maior porcentagem de estacas enraizadas.

Hoffmann et al. (1994) afirmam que o efeito do substrato, tanto na porcentagem de enraizamento quanto na qualidade de raízes, está relacionado, principalmente, com a porosidade, a qual afeta o teor de água retido e o seu equilíbrio com a aeração. Segundo Gonçalves (1995), dentre as composições diferenciadas de substrato favoráveis ao enraizamento, indica-se a vermiculita, devido às suas propriedades, como capacidade de absorção de água (cinco vezes a sua massa) e fácil aeração, insolubilidade em água e solventes orgânicos, pH levemente alcalino, alta capacidade catiônica e tampão, por ser inodoro e atóxico.

A temperatura do substrato deve ser 5°C mais elevada do que a temperatura do ambiente, induzindo a formação de raízes, antes de ocorrer a

emissão de brotações (Adriance & Brison, 1967).

O substrato adequado para o enraizamento depende da espécie, do tipo de estaca, da época, do sistema de propagação, do custo e da disponibilidade de seus componentes (Hartmann et al., 1997b). Os substratos mais utilizados para enraizamento de estacas são: vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, serragem de madeira e solo.

2.4.2.4 Temperatura

A temperatura do ar adequada para o enraizamento da maioria das plantas situa-se entre 21° e 27°C, diurnos e próximo aos 15°C, noturnos (Hartmann et al., 1997b). Temperaturas mais altas podem promover o desenvolvimento de brotações antes que ocorra o enraizamento, sendo prejudicial à formação das raízes adventícias e aumentando a perda de água. Além da temperatura do ar, a temperatura do substrato também é importante e deve ser levemente superior à temperatura ambiente, conforme comentado anteriormente.

De acordo com Hartmann & Kester (1968), o controle da temperatura é um fator importante no processo de enraizamento de estacas. Embora altas temperaturas sejam favoráveis ao enraizamento de estacas de algumas espécies, elas estimulam uma alta taxa de transpiração, principalmente em estacas herbáceas, o que pode resultar no ressecamento e na morte delas, a menos que elas sejam mantidas sob alta umidade.

Para as estacas de difícil enraizamento recomenda-se a nebulização intermitente, que mantém sobre as folhas uma película de água que tende a reduzir a temperatura do ar e a taxa de transpiração. Também é interessante manter as estacas em locais com luminosidade mediana em temperatura ambiente entre 15° e 25°C. Têm-se utilizado ripados ou coberturas de polietileno e câmaras total ou parcialmente fechadas (Evans, 1951; Hartmann et al., 1990;

Ono & Rodrigues, 1996).

2.4.2.5 Umidade relativa do ar

A umidade é um fator de suma importância no enraizamento de estacas, principalmente nas menos lignificadas, em que a perda de água é maior.

A manutenção das folhas constitui um importante estímulo para a emissão de raízes, porém, a perda de água por essas estruturas pode provocar a desidratação da estaca e causar sua morte antes que ocorra a formação de raízes (Hartmann et al., 1997b).

Segundo Loach (1988), o balanço hídrico nos tecidos é essencial para o sucesso do enraizamento de estacas. Algumas práticas, como limitar a área de corte basal das estacas, controlar a insolação e da temperatura e a manutenção da umidade, são utilizadas para diminuir os efeitos do ambiente sobre a transpiração e, conseqüentemente, diminuir a perda de água pelos tecidos.

2.5 Capacidade de rebrota de cepas

Vários são os fatores que afetam o crescimento e a produtividade das brotações. Pereira & Brandi (1981), avaliando os fatores que influenciam a capacidade de rebrotamento dos tocos de eucalipto, constataram que o número de brotos por toco, a época do abate das árvores, a limpeza e o diâmetro dos tocos e a altura do corte são os mais importantes. Já Neelay et al. (1984) e Rosse (1995) observaram que o diâmetro das cepas não influenciou no número de brotos emitidos.

A brotação, comumente, mostra marcante variação estacional, dependendo de condições ambientais e de mudanças nos níveis internos de reguladores de crescimento e reservas armazenadas nas cepas e nas raízes (Kramer & Kozlowski, 1979). Além disso, a produção de biomassa das brotações, num período de tempo relativamente curto, pode ser mais elevada que

a das árvores produzidas a partir de mudas. Essa capacidade de as brotações se manterem vigorosas parece estar relacionada com o seu conteúdo de reservas radiculares, que varia com o nível de fertilidade do solo (Reis & Kimmins, 1986).

Martins (1995) sugere a hipótese de que a eliminação da parte aérea pode causar um desequilíbrio hormonal, provocando estímulo à divisão celular das raízes em consequência do acúmulo de hormônios de crescimento em seu tecido. Segundo Taiz & Zeiger (1991), o ácido indol acético (IAA), principal hormônio de crescimento do grupo das auxinas, é sintetizado nos tecidos da planta onde ocorre rápida divisão celular, principalmente nas extremidades das raízes. As citocininas, hormônios que, dentre outras funções, atuam como retardadores do processo de senescência, são sintetizadas, principalmente, nos meristemas apicais das raízes (Taiz & Zeiger, 1991), existindo fortes evidências de que seu transporte para a parte aérea seja através do xilema. Essas afirmações reforçam a possibilidade da influência hormonal nas variações ocorridas na biomassa radicular.

Vários trabalhos sugerem que a morte e o surgimento de novas raízes finas são comuns em espécies arbóreas (Bowen, 1984; Vogt & Bloomfield, 1991; Persson, 1992).

Essa reciclagem tem grande importância para aumentar o volume de solo explorado (Bowen, 1984), por causa da constante mudança do local de absorção. A interrupção da via transpiracional da planta, com o corte da parte aérea, causa a desativação parcial ou total do fluxo xilemático, determinada pela pressão radicular e, principalmente, pela taxa de transpiração. O fluxo xilemático é, segundo Pate (1976), a principal via de transporte de compostos nitrogenados para a parte aérea. A morte de raízes finas, no processo de reciclagem, associada à possível dificuldade de redistribuição do N para as partes que permanecem vivas em virtude da interrupção do fluxo xilemático, deve ser outro motivo das

perdas do nutriente para o solo.

Para Kramer & Kozlowski (1979), fatores bióticos estão implicados na causa da senescência radicular, podendo ser hormonal, relação entre dreno e fonte de carbono, balanço entre fotossíntese e respiração, temperatura e umidade local, nutrientes, insetos, doenças e outros. A hipótese da relação fonte-dreno de carbono baseia-se no fato de que os órgãos fotossintetizantes (fontes) determinam a época e a quantidade de assimilados, enquanto que os órgãos não fotossintetizantes (drenos) determinam a distribuição e o padrão de alocação desses produtos (Wyse, 1986) de acordo com o tamanho e a atividade desses drenos (Vogt & Bloomfield, 1991).

Segundo Marschner (1986), a região pilífera do sistema radicular pode requerer maiores quantidades de nutrientes para suprir a demanda de seu crescimento, apesar da alta taxa de absorção em relação às regiões basais, de maiores diâmetros.

As formas de fósforo disponível para as plantas no solo movimentam-se, principalmente, por difusão (Nye & Tinker, 1977; Nye, 1979; Barber, 1980), podendo atingir 98% do suprimento total (Barber, 1980). A velocidade desse transporte é caracteristicamente baixa, sendo, portanto, o P classificado como um nutriente quase imóvel nos solos, de modo geral (Bowen, 1984). Por esse motivo, as raízes finas assumem importância fundamental na absorção do P, dada a elevada relação superfície:massa. Também, a presença dos pêlos radiculares, responsáveis pela absorção de até 78% de P a mais do que em raízes sem eles (Barley & Rovira, 1970) e as associações micorrízicas, que ocorrem nas ramificações mais finas do sistema radicular (Wilcox, 1991), reforçam a importância das raízes de menor diâmetro na absorção do P.

Martins (1995) estudou a contribuição nutricional do sistema radicular e do solo para o desenvolvimento e o crescimento de brotações de eucalipto. Segundo este autor, o decréscimo no teor de P no toco e o concomitante

acréscimo nas raízes sugerem que o toco deve ser importante reserva de P para a brotação no seu período inicial ou, mesmo, para a formação de raízes finas. Posteriormente, devido ao esgotamento dessa reserva, as raízes passam a contribuir com o P para a brotação e para restabelecer os níveis inicialmente encontrados no toco.

O aspecto comum existente entre o Ca e o P é o fato de que a absorção desses nutrientes ocorre, principalmente, nas raízes finas. No caso do P, porque essas raízes possuem elevada superfície de absorção. Quanto ao Ca, sua absorção pelo sistema radicular restringe-se às regiões apicais de crescimento das raízes (Mengel & Kirkby, 1982; Marschner, 1986), nas quais a parede celular da endoderme ainda não está suberizada (Mengel & Kirkby, 1982). Entre os macronutrientes catiônicos, o Ca é o de menor velocidade de absorção (Malavolta, 1980).

Na parte aérea da planta, a redistribuição do Ca é praticamente nula (Mengel & Kirkby, 1982; Jones Jr. et al., 1991), pois é um elemento cuja concentração no floema é muito baixa (Marschner, 1986) e, praticamente, não é transportado por essa via. É translocado, principalmente, pela via xilemática (Hill, 1980). Portanto, o Ca na parte aérea é perdido junto com o tecido que morre. Quanto ao sistema radicular, parece que o movimento desse nutriente das reservas para suprir a demanda das brotações é alto e isso sugere que haja, também, remobilização do Ca dos tecidos em senescência para os que permanecem vivos por algum tipo de mecanismo ainda não esclarecido (Martins, 1995).

O cálcio é um nutriente que exerce importante papel na manutenção da integridade das células e na permeabilidade da membrana plasmática. Também atua na germinação e no crescimento dos grãos de pólen e na ativação de várias enzimas relacionadas com a mitose, a divisão e o crescimento celular. Pode ser importante para a síntese de proteínas e para o transporte de carboidratos e

exerce, ainda, função de detoxificação de plantas com presença de metais pesados (Jones Jr. et al., 1991).

Para Teixeira (1996), que estudou a dinâmica de crescimento radicular e suprimento de nutrientes pelas raízes e pelo solo em brotações de *Eucalyptus urophylla*, o K foi o nutriente com maior contribuição das reservas radiculares em relação à contribuição do solo, para as brotações. O mesmo autor comenta que, numa idade mais avançada das brotações (330 dias após o corte), a contribuição do solo assume valores bastante altos. Isso mostra que a importância da aquisição de K do solo é mais elevada, em relação à aquisição pelas reservas, enquanto que, aos 60 dias, o solo contribui negativamente com K. Para Marschner (1986), o potássio é facilmente lixiviável dos tecidos da planta, uma vez que ele não faz parte de nenhuma estrutura das plantas.

Em relação ao Mg, evidências sugerem que o mesmo seja absorvido pelo sistema radicular passivamente via apoplasto (Ferguson & Clarkson, 1976) e é um elemento móvel na planta (Novais et al., 1990; Jones Jr. et al., 1991) tanto no floema quanto no xilema (Bowen, 1984).

Além de ser componente da molécula de clorofila, o magnésio atua como co-fator na maioria das enzimas que ativam os processos de fosforilação. Ele serve como ponte entre a estrutura de pirofosfato de ATP ou ADP e a molécula enzimática e estabiliza os ribossomos na configuração da síntese protéica (Jones Jr. et al., 1991). É constituinte de estruturas orgânicas, nas quais está direta ou indiretamente envolvido em funções catalíticas (Marschner, 1986).

O enxofre participa da síntese de proteínas como constituinte dos aminoácidos cistina e tiamina, do peptídeo glutadiona, da coenzima A e de glucosídios. O enxofre atua, também, na redução de incidência de doenças na planta (Jones Jr. et al., 1991).

Driessche (1984) inclui o enxofre como um dos macronutrientes móveis no floema, porém, Jones Jr. et al. (1991) e outros autores consideram-no imóvel

na planta ou de mobilidade limitada. Segundo Martins (1995), as raízes finas teriam uma das maiores parcelas de contribuição desse elemento para as brotações, constituindo-se na mais importante reserva de S. Quanto à absorção pelo sistema radicular, parece ser via simplasto (Barber, 1984). Bowen & Rovira (1971) observaram que a absorção de sulfato pelas raízes de trigo foi mais eficiente nos primeiros 5 cm de suas extremidades.

Para Martins (1995), a participação do solo e dos componentes de reservas (toco e raízes) em nutrientes para o crescimento e o desenvolvimento das brotações varia com o tempo após o corte da árvore e com o nutriente.

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADRIANCE, G.W.; BRISON, F.R. **Propagation of horticultural plants**. 2.ed. New Delhi: McGraw- Hill, 1967. p.110 -131.

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

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.

ANTUNES, L.E.C.; CHALFUN, N.N.J.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; VEIGA, R.D. Influência de diferentes períodos de estratificação, concentrações de ácido indolbutírico e substratos no enraizamento de estacas de figueira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.3, p.307-314, jul./set. 1996.

ARAÚJO, L.C. **Vanillosmopsis erythropappa (D.C) Sch. Bip**: sua exploração florestal. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1944. 54p.

AROEIRA, J.S. Da estaquia: princípios gerais e aplicação em horticultura. **Revista Ceres**, v.10, n.57, p.211-223, 1957.

BARBER, S.A. **Soil nutrient bioavailability**; a mechanistic approach. New York: J. Wiley, 1984. 398 p.

BARBER, S.A. Soil-plant interactions in the phosphorus nutrition of plants. In KHASAWNEH, E.F.; SAMPLE, E.C.; KAMPRATH, E. J. (Ed.). **The role of phosphorus in agriculture**. Madison: American Society of Agronomy, 1980. p.591-615.

BARLEY, K.P.; ROVIRA, A.D. The influence of root hairs on the uptake of phosphate. **Comm. Soil Science Plant Anal.**, v.1, p.287-292, 1970.

BONGA, J.M. Plant propagation in relation to juvenility, maturity, and rejuvenation. In: BONGA, J.L.; DURZAN, D.J. (Ed.). **Tissue culture in forestry**. Dordrecht: Nijhoff, 1982. p.387-412.

BORCHERT, R. The concept of juvenility in wood plants. In: INTERNATIONAL HORTICULTURE CONGRESS, 16., 1962. **Proceedings ...**, v.4, p.21-33.

BOWEN, G.D. Tree Roots and the use of soil nutrients. In: BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (Ed.). **Nutrition of plantation forests**. London: Academic, 1984. 516p.

BOWEN, G.D.; ROVIRA, A.D. Relationship between root morphology and nutrient uptake. **Rec. Adv. Pl. Nutr.**, v.1, p.293-305, 1971.

BRAGA, E.A. **Fertilizantes de liberação controlada na produção de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*)**. 2006. 75p. (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BURTON, R.D.; SHELBOURNE, C.J.A. The use of the vegetative propagules for obtaining genetic information. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.4, p.418-425, 1974.

CALDWELL, J.D.; COSTON, D.C.; BROCK, K.H. Rooting of semihardwood 'Hayward' kiwifruit cuttings. **HortScience**, v.23, n.4, p.714-717, 1988.

CAMPINHOS, E.J.; IKEMORI, Y.K. Nova técnica para produção de mudas de essências florestais. **IPEF**, v.23, p.47-52, 1983.

CÂNDIDO, J.F. **Cultura da candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Sch. Bip.)**. Viçosa: UFV, 1991. (Boletim de Extensão, 35).

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais potencialidade e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-DNPF, 1994. 640p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS **Ecofisiologia da candeia**. Belo Horizonte, 1994. 104p. (Relatório Técnico).

CHAVES, M.M.F.; RAMALHO, R.S. Estudos morfológicos em sementes, plântulas e mudas de duas espécies arbóreas pioneiras da família asteraceae (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip. e *Vernonia discolor* (Spreng-Less)). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.20, n.1, p.1-7, 1996.

CORRÊA, M.P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. v.1, p.431-433.

- COSTA JÚNIOR, W.H. da. **Enraizamento de estacas de goiabeiras:** influência de fatores fisiológicos e mesológicos. 2000. 66p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- DELWAULLE, J.C.; LAPLACE, Y.; QUILLET, G. Production massive de boutures d' *Eucalyptus* en République Populaire du Congo. **Silvicultura**, v.8, p.779-781, 1983.
- DODD, R.S.; POWER, A.R. Clarification of the term topophysis. **Silvae Genetica**, v.37, p.14-15, 1988.
- DRIESSCHE, R. van den. Nutrient storage, retranslocation and relationship of stress to nutrition. In: BOWEN, G.D.; NAMBIAR, E.K.S. (Ed.). **Nutrition of plantation forests**. London: Academic, 1984. 516p.
- ELDRIDGE, K.G.; DAVIDSON, J.; HARDWOOD, C.; VAN WYK, G. **Eucalypt domestication and breeding**. Oxford: Oxford University, 1993. 288p.
- EVANS, H. Investigations on the propagation of cacao. **Tropical Agriculture**, v.28, p.147 -203, 1951.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1995.179p.
- FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E.; MACHADO, A.A. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. Diamante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, n.2, p.247-252, 1982.
- FERGUSON, I.B.; CLARKSON, D.T. Simultaneous uptake and translocation of magnesium and calcium in barley (*Hordeum vulgare* L.) roots. **Planta**, v.128, p.267-269, 1976.
- FONTANIER, E.J.; JONKERS, H. Juvenility and maturity of plants as influenced by their ontogenetical and physiological aging. **Acta Horticulturae**, v.56, p.37-44, 1976.
- FRANCLET, A. Rejuvenation: theory and practical experiences in clonal silviculture. In: MEETING OF THE CANADIAN TREE IMPROVEMENT ASSOCIATION, 19, 1983, **Clonal forestry: its impact on tree improvement and our future forests, proceedings...** Toronto, 1985. p.96-134.

GASPAR, T.; KEVERS, C.L.; HAUSMAN, J.F.E.; RIPETT, V. Peroxidase activity and endogenous free auxin during adventitious root formation. In: LUMSDEN, P.J.; NICHOLAS, J.R.; DAVIES, W.J. (Ed.). **Physiology, growth and development of plants in culture**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1994. p.289-298.

GASPAR, T.; KEVERS, C. & HAUSMAN, J.F. Indissociabel chief factors in the inductive phase of adventitious rooting. In: ALTMAN, A. & WAISEL, Y. (Eds.). **Biology of root formation and development**. New York, Plenum Press, 1997. p.55-63.

GOMES, A.L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**. Vila Real: Universidade de Trás-os Montes e Alto Douro, 1987. 67p. (Série Didática, Ciências Aplicadas, 1).

GONÇALVES, A.L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade em horticultura**. São Paulo: T.A. Queiroz, 1995. p.107-115.

GONTIJO, T.C.A.; MATOS, L.E.S.; JUNQUEIRA, K.P.; SANTOS, F.C.; PIO, R.; RAMOS, J.D.; CHALFUN, N.N.J. Efeito do substrato e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de ameixeira 'Mirabolano'. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA-CICESAL, 15., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.36.

GREENWOOD, M.S.; HUTCHISON, K.W. Maturation as a development process. In: AHUJA, M.R.; LIBBY, W.J. (Ed.). **Clonal forestry: genetics and biotechnology**. Berlin: Springer Verlag, 1993. p.13-14.

HACKETT, W.P. Phase change and intra-clonal variability. **HortScience**, v.18, n.6, p.840-844, 1983.

HACKETT, W.P. Donor plant maturation and adventitious roon formation. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland, Doscorides, 1988. v.2, p.11-28.

HAISSIG, S.E. Metabolism during adventitious root primordium initition and development. **New Zealand Journal of Forestry Science**, v.4, p.324-337, 1974.

HALLÉ, F.; OLDEMANN, R.A.A.; TOMLINSON, P.B. **Tropical trees and forests: an architectural analysis**. Berlin: Springer Verlag, 1978.

HARTMANN, H.T.; HANSEN, C.J. Rooting of softwood cuttings of several fruit species under mist. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.66, p.157-167, 1955.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 1968. 702p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey, Prentice-Hall International, 1997a. 770p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice-Hall International, 1997b. p.276-501.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T. **Plant propagation: principles and practices**. 5.ed. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. 644p.

HARTMANN, H.T.; LORETI, F. Seasonal variation in rooting leafy cuttings under mist. **American Society for Horticultural Science**, v.87, p.194-198, 1965.

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

HEUSER, C.W. Juvenility and rooting cofactors. **Acta Horticulturae**, v.56, p.251-261, 1976.

HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.V.A.; GONÇALVES, A.N. Monitoramento nutricional e fertilização em macro, mini e microjardim clonal de *Eucalyptus*. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.191-217.

HILL, J. The remobilization of nutrients from leaves. **Journal Plant Nutrition**, v.2, p.407-444, 1980.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N.N.J.; ANTUNES, L.E.C.; RAMOS, J.D.; PASQUAL, M.; REZENDE e SILVA, C.R de. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319p.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; ROSSAL, P.A.L.; CASTRO, A.M.; FACHINELLO, J.C.; PAULETO, E.A. Influência do substrato sobre o enraizamento de estacas semilenhosas de figueira e araçazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.16, n.1, p.302-307, 1994.

HOWARD, B.H.; HARRISON-MURRAY, R.S. Response of Dark-preconditioned and normal light-grown cuttings of *Syringa vulgaris* 'Madame Lemoine' to light and wetness gradients in to propagation environment. **Journal of Horticultural Science**, v.70, n.6, p.989-1001, 1995.

ISSELL, L.G.; CHALMERS, D.J. The growth of clingstone peach trees (*Prunus persica* L.) propagated from hardwood cuttings in relation to time of propagation and planting. **Journal of Horticultural Science**, v.54, n.1, p.33-38, 1979.

JONES JR., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide**. Georgia: Micro-Macro, 1991. 213p.

KOMISSAROV, D.A. **Biological basics for the propagation of wood plants by cuttings**. Jerusalem: IPST, 1968. 250p.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of wood plants**. New York: Academic, 1979. 811p.

LEONEL, S.; VARASQUIM, L.T.; RODRIGUES, J.D.; CEREDA, E. Enraizamento de estacas de acerola (*Malpíghia glabra*, Linn.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.13, n.3, p.213-217, out.1991.

LERNER, I.M. **The genetic basis of selection**. New York: J. Wiley, 1958.

LIBBY, W.J.; JUND, E. Variance associated with cloning. **Heredity**, v.17, p.533-540, 1962.

LOACH, K. Water relations and adventitious rooting. In: **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Discorides, 1988. p.102-115.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic, 1986. 674p.

MARTINS, L.G.C. **Contribuição nutricional do sistema radicular e do solo para o desenvolvimento e crescimento de brotações de eucalipto.** 1995. 88p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MELLO, A.C.G. de. **Efeito do recipiente e do substrato no comportamento silvicultural de plantas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake.** 1989. 80p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition.** Bern: International Potash Institute, 1982. 655p.

NASCIMENTO, C.E.S. **Propagação vegetativa de acerola por estaquia.** Petrolina: CPATSA, 1985. 1p. (Pesquisa em Andamento, 31).

NEELAY, V.R.; SAR, A.K.; BHANDARY, A.S. A study on the growth and coppicing capacity of *Eucalyptus tereticornis* (Mysore Gum) in 10 year old plantation. **Ind. For.**, v.110, p.52-55, 1984.

NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do eucalipto. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. (Ed.). **Relação solo-eucalipto.** Viçosa, MG: Folha de Viçosa, 1990. p.25-98.

NÚCLEO DE ESTUDOS EM MANEJO FLORESTAL. **“Sistema de manejo para a candeia (*Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*)”.** Disponível em: <www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf>. Acesso em: 29 jan. 2007.

NYE, P.H. Diffusion of ions and uncharged solutes in soils and soil clays. **Adv. Agronomy**, v.31, p.225-272, 1979.

NYE, P.H.; TINKER, P.B. **Solute movement in the soil-root system.** Oxford: Blackwell Scientific, 1977. 342p.

OLESEN, P. On cyclophysis and topophysis. **Silvae Genetica**, v.27, p.173-178, 1978.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares.** Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.

PÁDUA, T. Propagação das árvores frutíferas. **Informe Agropecuário**, v.9, n.101, p.1118, 1983.

PATE, J.S. Nutrients and metabolites of fluids recovered from xilem and phloem: significance in relation to long distance transport in plants. In: WARDLAW, I.F.; PASSIOURA, J.B. (Ed.). **Transport and transfer process in plants**. New York: Academic, 1976. p.253-281.

PEREIRA, A.A.S. **Nutrição e adubação da candeia (*Vanillosmopsis erythropappa*)**. 1998. 22p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PEREIRA, A.R.; BRANDI, R.M. Condução da brotação em povoamentos de eucalipto. **Boletim Técnico-SIF**, Viçosa, MG, n.6, p.1-14, 1981.

PÉREZ, J.F.M. **Sistema de manejo para candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C) Mc Leish)**. 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PERSSON, H. The importance of fine roots in boreal forests. In: BOHN W.; KUTCHERA L.; LINCHTENEGGER, E. (Ed.). **Root ecology and its practical application**, 1992. p.595-608.

REIS, J.M.R.; CHALFUN, N.N.J.; LIMA, L.C. de O.; LIMA, L.C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.24, n.4, p.931-938, out./dez. 2000.

REIS, M.G.F.; KIMMINS, J.P. Importância do sistema radicular no crescimento inicial de brotos de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.10, n.2, p.196-201, jul./dez. 1986.

REUVENI, O.; RAVIV, M. Importance of leaf retention to rooting of avocado cuttings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.106, n.2, p.127-130, 1981.

RIOS, P.A. **Otimização do rendimento em óleo essencial de candeia (*Eremanthus erythropappus*)**. Lavras, MG: UFLA, 2003. 28p.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: E. Blücher, 1979. 296p.

ROSSE, L.N. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos da capacidade de rebrotamento e do enraizamento de estacas em clones de *Eucalyptus* spp.** 1995. 77p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SCALABRELLI, G.; COUVILLON, G.A. Factors *affecting* rooting and survival of peach hardwood cuttings treated with ISA. **Acta Horticulturae**, n.227, p.275-377, 1988.

SIMONETTO, P.R. **Propagação de *Pyrus calleryana* Dcne e *Pyrus betulaefolia* Bunge, porta-enxertos para pereira, através do processo de estaquia.** 1990. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

SIQUEIRA, D. **Caracterização química da casca e madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*).** 2002. 21p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** Redwood City: B. Cummings, 1991. 559p.

TEIXEIRA, M.C.B.; NUNES, Y.R.F.; MAIA, K.M.P.; RIBEIRO, R.N. Influência da luz na germinação de sementes de candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Shuh. Bip.). In: ENCONTRO REGIONAL DE BOTÂNICA, 28., 1996, Belo Horizonte. **Anais ...** Belo Horizonte: SBB/Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais, 1996. p.35-41.

TEIXEIRA, P.C. **Dinâmica de crescimento radicular e suprimento de nutrientes pelas raízes e pelo solo em brotações de *Eucalyptus urophylla*.** 1996. 37p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

TONETTI, O.A.O. **Melhoria da qualidade física e estudo da germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish).** 2004. 81p. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TORREY, J.G. Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation. In: JACKSON, M.S. (Ed.). **New root formation in plants and cuttings.** Dordrecht Martinus Nijhoff, 1996. p.31-66.

VOGT, K.A.; BLOOMFIELD, J. Tree roots turnover and senescence. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. (Ed.). **Plant roots: the hidden half**. New York: M. Dekker, 1991. p.287-306.

WILCOX, H.E. Mycorrhizae. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A. (Ed.). **Plant roots: the hidden half**. New York: M. Dekker, 1991. p.731-765.

WYSE, R.E. Sinka as determinants of assimilate partitioning: possible sites for regulation. In: CRONSHAW, J.; LUCAS, W.; GIAQUINTA, R. (Ed.). **Phloem transporto**. New York: A.R. Liss, 1986. p.197-209.

ZAMBÃO, J.C.; SAMPAIO, V.R.; BARDIN, D. Enraizamento de estacas herbáceas de pessegueiro (*Prunus persica* L). **Anais da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'**, v.39, p.1039-1045, 1982.

CAPÍTULO II

ESTUDO ANATÔMICO DAS BARREIRAS PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CANDEIA (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish).

1 RESUMO

REZENDE, Anderson Alvarenga. Estudo anatômico das barreiras para o enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). In: _____. **Enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2007. Cap. 2, p. 39-51. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) é uma espécie florestal da família Asteraceae. Sua madeira é utilizada como moirão de cerca devido à durabilidade e também para a extração de óleo essencial, cujo princípio ativo é o alfabisabolol. A propagação dessa espécie é feita por sementes, mas, nos últimos anos, tem-se tentado propagá-la assexuadamente pelo método de estaquia. Até o momento, a candeia não tem apresentado bons resultados quanto a este método de propagação, principalmente devido à falta de conhecimento sobre aspectos que influenciam no enraizamento das estacas. O objetivo deste trabalho foi analisar a presença de barreiras anatômicas em estacas caulinares de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish de diferentes idades, que possam estar dificultando a formação e a emissão de raízes adventícias. Cortes transversais foram confeccionados na base das estacas, utilizando-se microtécnicas usuais de anatomia vegetal. Foram analisados diferentes tipos de estacas, separadas pelo estágio de desenvolvimento apresentado. Nas secções transversais, a espessura de alguns tecidos é diferente de acordo com o grau de desenvolvimento das estacas caulinares. Dentre esses tecidos, a camada de esclerênquima apresentou variação na sua espessura e na continuidade. Esta barreira interfere na capacidade de enraizamento das estacas de candeia.

*Orientador: Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA.

2 ABSTRACT

REZENDE, Anderson Alvarenga. Anatomical studies of the barriers to the rooting of candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) cuttings. In: _____. **Rooting of candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) cuttings**. 2007. Chapter 2, p. 39-51. Dissertation (Masters in Production Forests) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

“Candeia” (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) is a forest tree species of the Asteraceae family. Its wood is used as fence stakes, due to its durability, and for extraction of essential oil whose active principle is alpha-bisabolol. Its propagation is made by seeds, but in the last years the vegetative propagation has been tried by using cuttings. So far, this species has not attained good results regarding this method of propagation, mainly due to lack of knowledge on aspects that influence the rooting of the cuttings. The objective of this study was to investigate the presence of anatomical barriers in cuttings of *Eremanthus erythropappus* with different ages, that may become difficult the formation and the growing of adventitious roots. Transversal sections were made at the base of the cuttings, using usual microtechniques of plant anatomy. Different types of cuttings, separated by developmental stage, were analyzed. The thickness of some tissues varied with the developmental stage of the cuttings. The sclerenchyma layer showed variation in its thickness and continuity. This barrier affects the capacity of rooting of the “candeia” cuttings.

*Supervisor: Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA

3 INTRODUÇÃO

A candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) é uma espécie florestal de grandes potencialidades, sendo classificada na família das Asteraceae (Carvalho, 1994). Características distintivas da árvore de candeia podem ser descritas de acordo com Rizzini (1979) como sendo árvore pequena que vai a 10 m de altura e 30 cm de diâmetro com fuste irregular e curto, apresentando copa muito ampla.

Uma característica marcante da candeia é seu desenvolvimento em sítios com solos pouco férteis, rasos e predominantemente em área de campos de altitude (variando entre 900 e 1.700m) (Núcleo de Estudos em Manejo Florestal, NEMAF, 2007). Segundo Pérez (2001), é muito comum encontrar grandes candeiais em locais em que seria difícil o desenvolvimento de outra espécie arbórea ou de uma cultura agrícola. Por revestir com rapidez os terrenos, é utilizada para reflorestamento (Côrrea, 1931).

A propagação dessa espécie é feita por sementes, mas, nos últimos anos, tem-se tentado propagá-la assexuadamente pelo método de estaquia. Até o momento, a candeia não tem apresentado bons resultados quanto a este método de propagação, principalmente devido à falta de conhecimento sobre aspectos que influenciam no enraizamento das estacas. Assim, a propagação vegetativa, por proporcionar indivíduos geneticamente idênticos à planta-mãe, constitui uma estratégia fundamental para a obtenção de material propagativo homogêneo, assim como fixação das características genéticas desejadas, como matrizes com maior potencial produtivo de madeira e com maior teor de óleo essencial.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar em secções transversais a presença de barreiras anatômicas em estacas caulinares de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish de diferentes idades, que possam dificultar a formação e a emissão de raízes adventícias.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização do estudo anatômico do caule, foram coletadas estacas de árvores adultas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) localizadas na região do Parque Quedas do Rio Bonito, na estrada Lavras – Luminárias (MG), e estacas de árvores novas (2 anos) em um plantio próximo ao Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em setembro de 2005. As posições de coleta das estacas foram: ponteiros de ramos de árvores adultas, ponteiros de ramos de árvores novas e estacas retiradas logo abaixo dos ponteiros de ramos de árvores adultas (estacas de base). Para o fornecimento de miniestacas foram podadas mudas produzidas por semeadura no Viveiro Florestal da UFLA. A poda foi realizada a 5-7 cm de altura em relação ao colo, com auxílio de uma tesoura de poda, em novembro de 2005. Após 40 dias, foram coletadas miniestacas para a realização dos cortes. Com a finalidade de observar a formação de raízes adventícias, miniestacas foram colocadas para enraizar e, após 20 dias de enraizamento, foram retiradas para a realização dos cortes para microscopia.

Os materiais coletados foram fixados em FAA 70 (formaldeído, ácido acético e álcool etílico), por 72 horas e, posteriormente, conservadas em álcool 70% (Johansen, 1940). Para a facilitação dos cortes, o material mais lignificado foi seccionado e mantido sob glicerina pura, durante 48 horas.

Os cortes transversais da base de estacas e miniestacas foram efetuados com o auxílio de micrótomo de mesa, sendo, em seguida, clarificados com hipoclorito de sódio 20%, lavados em água destilada, neutralizados em água acética 1:500 e submetidos ao processo de coloração com safrablau (safranina - azul de astra) (Bukatsh, 1972).

Após o processo de coloração, houve a montagem de lâminas semipermanentes, em água-glicerina 50%. Foram analisados miniestacas e

diferentes tipos de estacas, separadas pelo estágio de desenvolvimento apresentado conforme descrito anteriormente.

Após a confecção das lâminas, elas foram fotomicrografadas em fotomicroscópio Olympus BX-60 do Laboratório de Anatomia Vegetal do departamento de Biologia da UFLA.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas secções transversais, a espessura de alguns tecidos foi diferente de acordo com o grau de desenvolvimento das estacas caulinares. Dentre esses tecidos, a camada de esclerênquima apresentou variação na espessura e na continuidade.

Em estacas de ponteiros de ramos de árvores adultas e estacas de base de árvores adultas (Figura 1), a continuidade e a espessura da camada de esclerênquima podem representar uma barreira para o enraizamento, comparada com os demais materiais, estacas de ponteiros de ramos de árvores novas e miniestacas. No entanto, Sachs et al. (1964) não observaram relação entre a densidade e a continuidade do anel esclerenquimático e a facilidade de enraizamento em estacas de sete cultivares de oliveira (*Olea europea* L.), enquanto Bcakbane (1961) observou que em *Pyrus* sp. L. (pereira) havia uma camada quase contínua de fibras envolvendo o floema secundário, a qual dificultava a emissão das raízes adventícias. Ainda com relação às estacas de ponteiros de ramos de árvores adultas e estacas de base de árvores adultas, no floema ocorre a presença de esclereídeos, que são frequentemente encontrados nesse tipo de tecido (Esau, 1974) e que também pode ser uma barreira a mais para o enraizamento. Nota-se também que o caule se encontra em estrutura secundária (Figura 1).

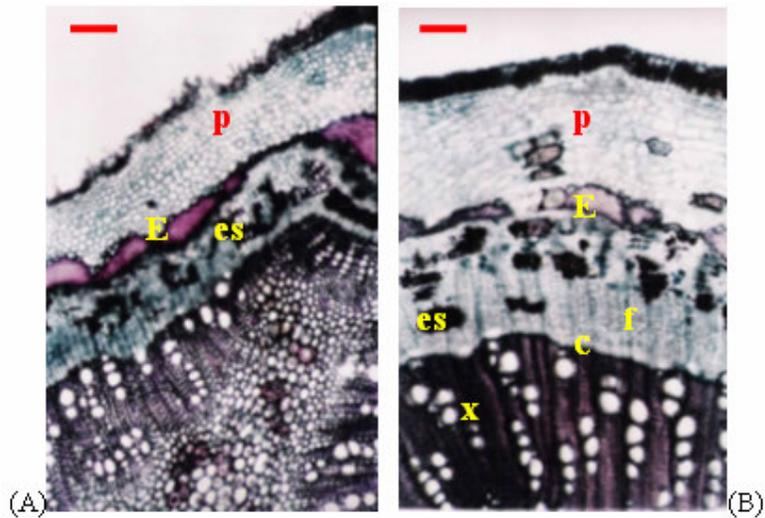


FIGURA 1. Fotomicrografia da base de estaca caulinar de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **A** – Estaca de ponteiro de árvore adulta. **B** - Estaca da porção basal do ramo de árvore adulta. Objetiva com aumento 10X. **p** – parênquima, **E** – esclerênquima, **f** – floema, **es** – esclereídeos, **c** – câmbio, **x** – xilema. **Barra** = 100 μ m.

Em estacas de ponteiros de ramos de árvores novas (Figura 2), nota-se que a camada de esclerênquima não é contínua e a espessura da parede é menor (Figura 2A). Para Paiva & Gomes (1993), a continuidade da camada de esclerênquima pode estar inversamente relacionada com a facilidade de enraizamento. Segundo Goodin (1965), o enraizamento pode ser uma resposta química. Medrado et al. (1995) sugere que, mesmo que o enraizamento seja uma resposta química, a diminuição na proporção entre os tecidos esclerenquimáticos e parenquimáticos pode promover condições para a formação de primórdios radiculares. Os mesmos autores, utilizando a técnica de estrangulamento em

estacas de seringueira, as quais apresentam uma bainha quase contínua de fibras perivasculares, promoveram alterações na atividade do câmbio, que passou a produzir um número proporcionalmente maior de parênquima floemático. Com relação ao floema, não existe a presença de esclerídeos. Nota-se também que o caule nesse tipo de material (ponteiros de árvores novas), comparado com ponteiro de árvores adultas, se encontra em estrutura primária (Figura 2A e 2B).

Em miniestacas, o material mais juvenil utilizado (Figura 3), a camada de esclerênquima, apresenta células com grande vacúolo e, da mesma forma que os materiais retirados de ponteiros de ramos de árvores novas, estas se encontram em estrutura primária. Esses resultados corroboram com os encontrados por Lopes (1995) que trabalhou com propagação vegetativa da mangueira (*Mangifera indica* L.) por estaquia. Ao realizar as análises anatômicas comparando estacas retiradas de árvores mais velhas, de plântulas logo após a germinação e de plantas jovens com 1 ano de idade da cultivar Espada, esse autor observou que estacas retiradas de plântulas apresentam alta capacidade de enraizamento e que tal característica pode estar associada ao fato de que, nessa fase do desenvolvimento, não há a formação do anel de esclerênquima perivascular comum nas estacas de 1 ano e nas árvores mais velhas.

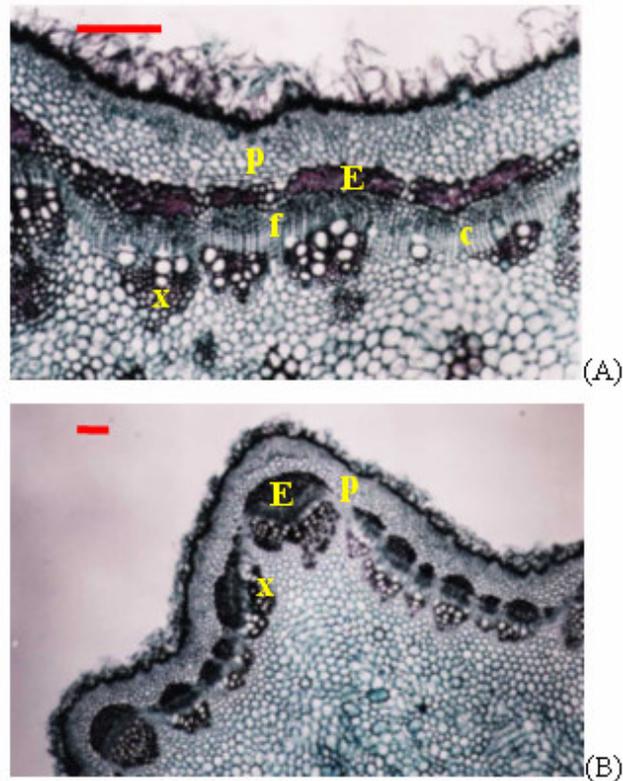


FIGURA 2. Fotomicrografia da base de estaca caulinar de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **A** e **B** - Estaca de ponteiro de ramo de árvore nova. Objetiva com aumento 10X. **p** – parênquima, **E** – esclerênquima, **f** – floema, **c** – câmbio, **x** – xilema. **Barra** = 200 μ m.

Observa-se, pela Figura 3B, que as raízes adventícias originam-se na região cambial. Alguns autores, como Tetsumura et al. (2001), trabalhando com caqui-japonês (*Diospyros kaki* Thunb.) e Vieitez et al. (1980), com castanha-da-índia (*Castanea sativa* Mill.), citam a origem das raízes nestas espécies a partir do câmbio. Já Hilaire et al. (1996) observaram que raízes adventícias em *Mussaenda erythrophylla* L. Schum. & Thonn. ocorrem a partir de células do

parênquima do floema próximas a região do câmbio. Portanto, para Mayer (2006), a origem das raízes adventícias pode ser dos calos, do parênquima do floema, do câmbio ou ainda, segundo Hartmann et al. (2002), do tecido jovem do floema secundário ou dos raios vasculares.

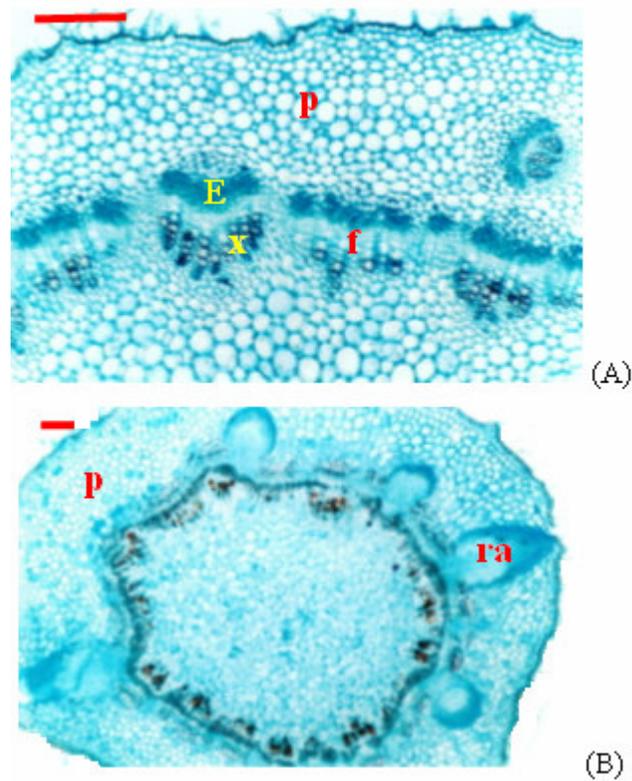


FIGURA 3. Fotomicrografia de miniestaca de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeish). **A** – Miniestaca coletada 40 dias após a poda das mudas. **B** – Miniestaca após 20 dias de enraizamento. Objetiva com aumento 10X. **p** – parênquima, **E** – esclerênquima, **f** – floema, **c** – câmbio, **x** – xilema, **ra** – raiz adventícia. **Barra** = 200 μ m.

6 CONCLUSÕES

- Para estacas de ponteiros de ramos e estacas de base de árvores adultas, a camada de esclerênquima é uma barreira para o enraizamento de estacas.

- Para estacas de ponteiro de ramos de árvores novas, a camada de esclerênquima por não ser contínua e apresentar células com paredes menos espessas e devido à ausência de esclereídeos no floema, poderá tornar mais favorável à capacidade de enraizamento.

- Para miniestacas, este é o material mais indicado para a realização do enraizamento devido à ausência de barreiras físicas e por ser o material mais juvenil.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BCAKBANE, A.B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. **Nature**, v.192, p.954-955, 1961.
- BUKATSH, F. Benerkungen zur doppelfarbung astrablau-safrarin. **Microkosmos**, v.61, p.255, 1972.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais potencialidade e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-DNPF, 1994. 640p.
- CORRÊA, M.P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. v.1, p.431-433.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. Tradução de Berta Lange de Morretes. São Paulo: E. Blucher, 1974.
- GOODIN, J.R. Anatomical changes associated with juvenile-to-mature growth phase transition in *Hedera*. **Nature**, v.208, n.5009, p.504-505, 1965.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES Jr, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- HILAIRE, R.S.; BERWART, C.A.F.; PÉREZ-MUÑOZ, C.A. Adventitious root formation and development in cuttings of *Mussaenda erythrophylla* L. Schum. & Thonn. **HortScience**, v.31, n.6, p.1023-1025, 1996.
- JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523p.
- LOPES, M.C. **Propagação vegetativa da mangueira (*Mangifera indica* L.) por estaquia**. 1995. 59p. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- MAYER, J.L.S.; BIASI, L.A.; BONA, C. Capacidade de enraizamento de estacas de quarto cultivares de *Vitis* L. (Vitaceae) relacionada com os aspectos anatômicos. **Acta Botânica Brasileira**, v.20, n.3, p.563-568, 2006.

MEDRADO, M.J.S.; APPEZZATO-da-GLÓRIA, B.; COSTA, J.D. Alterações anatômicas em estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Clone RRIM 600) em resposta a diferentes técnicas de indução ao enraizamento. **Science Agricultural**, Piracicaba, v.52, n.1, p.89-95, abr. 1995.

NÚCLEO DE ESTUDOS EM MANEJO FLORESTAL. “**Sistema de manejo para a candeia (*Eremanthus erythropappus* e *Eremanthus incanus*)**”. Disponível em: <www.nucleoestudo.ufla.br/nemaf>. Acesso em: 29 jan. 2007.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1993.

PÉREZ, J.F.M. **Sistema de manejo para candeia (*Eremanthus erythropappus* (D.C) Mc Leish)**. 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: E. Blücher, 1979. 296p.

SACHS, R.M.; LORETI, F.; DE BIE, J. Plant rooting studies indicate sclerenchyma tissue is not restricting factor. **California Agriculture**, v.18, n.9, p.4-5, 1964.

TETSUMURA, T.; TAO, R.; SUGIURA, A. Some factors affecting the rooting of softwood cuttings of Japanese persimmon. **Journal of the Japanese Society of Horticultural Science**, v.70, n.3, p.275-280, 2001.

VIEITEZ, A.M.; BALLESTER, A.; GARCIA, M.T.; VIEITES, E. Starch depletion and anatomical changes during the rooting of *Castanea sativa* Mill. **Scientia Horticulturae**, v.13, p.261-266, 1980.

CAPÍTULO III
DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DE ESTAQUIA E
MINIESTAQUIA

1 RESUMO

REZENDE, Anderson Alvarenga. Desenvolvimento de métodos de estaquia e miniestaquia. In: _____. **Enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2007. Cap. 3, p. 52-72. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) é uma espécie florestal de grandes potencialidades, sendo classificada na família das Asteraceae. A propagação dessa espécie é feita por sementes, mas, nos últimos anos, vem-se tentando propagá-la assexuadamente, pelo método de estaquia e miniestaquia. Até o momento, a candeia não tem apresentado bons resultados quanto a esses métodos de propagação. O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma metodologia para o enraizamento de estacas de candeia. Para a formação das minicepas, foram coletados brotos de 10-45 cm de altura, após 270 dias do abate das matrizes no município de Aiuruoca (MG). Foram feitos três tipos de estacas: apicais, intermediárias e basais com 10-15 cm de comprimento. Sempre que possível, foi mantido 1 ou 2 pares de folhas cortados ao meio, o que nem sempre ocorreu nas estacas intermediárias e basais. Após o preparo, as estacas foram tratadas com AIB, diluído em água (líquida) e em talco (pó) em concentrações de 200, 400, 600 ppm. Fez-se a imersão da base das estacas por 3 horas na solução líquida, enquanto que as tratadas com talco eram “mergulhadas” e, em seguida, estaqueadas em tubetes de 115 cm³, sendo o substrato composto por 50% de substrato comercial, 40% de vermiculita, 10% de areia e 4kg de osmocote (15/9/12)/m³ de substrato e mantidas em casa de vegetação, sob nebulização intermitente por 40 dias, com temperatura e umidade relativa média de 19°C e 100% noturno e 30°C e 88% diurno, respectivamente. Decorrido esse período, as estacas enraizadas foram transferidas para o minijardim clonal. A partir dessas minicepas foram coletadas as miniestacas, que foram plantadas em tubetes de 115 cm³ contendo o mesmo substrato utilizado para as estacas. Para as estacas, os melhores resultados foram com estacas de região apical e intermediária, obtendo-se uma média de 58% e 33% de enraizamento, respectivamente. Para a forma de aplicação de AIB, em relação ao número de raízes/estaca, a forma líquida na concentração de 400 e 600 ppm é a mais indicada. Para miniestacas, o total de enraizamento foi de 25% após 30 dias em casa de vegetação sendo necessária a realização de novos experimentos.

*Orientador: Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA.

2 ABSTRACT

REZENDE, Anderson Alvarenga. Development of methods of rooting and mini-rooting. In: _____. **Rooting of candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) cuttings**. 2007. Chapter 3, p. 52-72. Dissertation (Masters in Production Forests) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.*

“Candeia” (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) is a forest tree species with great potentialities, belonging to the Asteraceae family. Its propagation is made by seeds, but in the last years the vegetative propagation has been tried through the methods of cutting and mini-cutting. So far, this species has not attained good results regarding these methods of propagation. The objective of this study was the development of a methodology for the rooting of “candeia” cuttings. For the formation of the mini-stumps, sprouts of 10-45 cm height were collected after 270 days of the harvest of the trees in the city of Aiuruoca (MG). Three types of cuttings were made: apical, intermediate and basal, with 10-15 cm length. Whenever possible, 1-2 pairs of half-leaves were kept, which not always happened in the intermediate and basal cuttings. The base of the cuttings were treated with IBA at 200, 400 and 600 ppm, through two types of application: diluted in water (cuttings remained for 3 hours) and in talcum powder (base plunged into the talcum). Next, the cuttings were inserted in 115 cm³ plastic tubes, with the growing media composed by 50% of commercial substratum, 40% of vermiculite, 10% of sand and 4kg of osmocote (15-9-12)/m³, and kept in greenhouse under intermittent mist for 40 days, with average temperature and relative humidity of 19°C and 100% (night) and 30°C and 88% (night), respectively. After this period, the rooted cuttings were transferred to the mini clonal-garden. Mini-cuttings were collected from the mini-stumps and inserted in 115 cm³ plastic tubes filled with the same growing media used for the cuttings. Regarding the rooting of the cuttings, the best results were attained by those from the apical and intermediate region, with an average rooting of 58% and 33%, respectively. The aqueous solution of IBA (400 and 600 ppm) was the best type of application, in relation to the number of roots/cutting. The rooting of mini-cuttings was 25% after 30 days in greenhouse, being necessary new experiments.

*Supervisor: Dr. Antonio Cláudio Davide – UFLA

3 INTRODUÇÃO

A propagação vegetativa de espécies florestais é relativamente recente. Vários métodos têm sido desenvolvidos desde seu início, principalmente para espécies do gênero *Eucalyptus* (Ferrari et al., 2004).

Para candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish), resultados inerentes à capacidade de regeneração por meio de cepas e sua viabilidade como método de clonagem são ainda incipientes. Assim, torna-se necessário o conhecimento sobre a silvicultura da candeia, para a qual experimentos de adubação e espaçamento encontram-se no campo e trabalhos envolvendo produção e tecnologia de sementes (Tonetti, 2004) e mudas (Braga, 2006) já foram desenvolvidos.

A propagação vegetativa, por proporcionar indivíduos geneticamente idênticos à planta-mãe, constitui uma estratégia fundamental para obtenção de material propagativo homogêneo, assim como fixação das características genéticas desejadas, como matrizes com maior crescimento em diâmetro e com maior teor de óleo essencial.

A clonagem de genótipos superiores de candeia depende de dois fatores iniciais. O primeiro refere-se à necessidade de identificação de genótipos superiores, o que está sendo feito por testes de procedência x progênies, nos quais árvores com melhor comportamento silvicultural e maiores teores de alfabisabolol são identificadas. O segundo refere-se à necessidade de desenvolvimento de metodologia que permita a produção de mudas clonadas em escala comercial.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de metodologia para clonagem da candeia utilizando-se os métodos de enraizamento de estacas e miniestacas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Antes da montagem do experimento de estaquia, foram realizados dois pré-testes para indução de juvenilidade. No primeiro, matrizes de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish), localizadas na região vizinha ao Parque Quedas do Rio Bonito, próximo a Lavras (MG), foram vergadas, aneladas e cortadas, em novembro de 2004. Para cada situação descrita anteriormente, foram selecionadas dez matrizes. Para vergar, utilizou-se um pedaço de borracha para envolver o caule no terço superior da planta e, em seguida, com o auxílio de um arame galvanizado esta matriz foi vergada e amarrada numa planta vizinha. Com o serrote de poda, foram realizados o anelamento e o corte das matrizes, com cerca de 15-20 cm de altura do solo.

Também foram realizadas enxertias, nas quais foram testados dois métodos de garfagem: fenda cheia de topo e fenda lateral. Para a realização da enxertia, o material (garfos) foi coletado com o auxílio de tesoura de poda, caixa de isopor, água e gelo, em fevereiro de 2006, de matrizes localizadas próximas ao Parque Quedas do Rio Bonito. Em seguida, o material foi levado ao Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras, onde se realizaram os enxertos com o auxílio de tesoura de poda, canivete, barbante, saco plástico e fita plástica. As mudas que receberam os enxertos (cavalos) foram formadas por semeadura no próprio viveiro, em tubetes de 115cm³, sendo o substrato composto por 50% de substrato comercial (Bioplant[®]), 40% de vermiculita, 10% de areia e 4kg de osmocote (15/9/12)/m³ de substrato (período de liberação de 3 meses) e apresentavam uma altura média de 70 cm.

Para a enxertia de fenda cheia de topo, os cavalos foram cortados com cerca de 10-15 cm de altura e os enxertos vedados com fita plástica e saco plástico. A enxertia de fenda lateral foi realizada a 10-15 cm de altura, sem a retirada da parte aérea e os enxertos vedados com fita plástica e saco plástico. O

material foi mantido em casa de vegetação, durante toda a condução do experimento.

Para o experimento de estaquia, estacas foram coletadas em novembro de 2006, de cepas de matrizes abatidas no município de Aiuruoca (MG). Essas matrizes foram abatidas para a realização de cubagens rigorosas e para a quantificação de óleo essencial, sendo utilizadas para este trabalho, apenas as brotações das cepas e das raízes (Figura 1). Após 180 dias do abate, avaliaram-se as cepas quanto à capacidade de rebrota. Nesse período, houve entrada de gado na área, o que ocasionou o pisoteio e o pastoreio das brotações pelos animais, o que pode ter afetado as brotações. Decorridos 270 dias do abate, brotos de 10 a 45cm de altura foram coletados com a ajuda de uma tesoura de poda e armazenados em caixas de isopor contendo água, sob local fresco. Com o auxílio de um borrifador manual, foram umedecidos para manter o turgor, evitando, assim, a desidratação dos brotos. Em seguida, eles foram levados para o Viveiro Florestal da Universidade Federal de Lavras.



FIGURA 1 – Cepas de candeia *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. **A** – Brotação de cepa. **B** - Brotações de raízes.

De cada broto foram feitos três tipos de estacas: apicais, intermediárias e basais. As estacas selecionadas apresentavam as seguintes características: brotos

com 10 a 15 cm foram considerados apicais, enquanto que brotos com 45cm eram seccionados e separado nos três tipos de estacas supracitadas. Sempre que possível foram mantidos 1 ou 2 pares de folhas cortadas ao meio, o que nem sempre ocorreu nas estacas intermediárias e basais (Figura 2A).

Após o preparo, as estacas foram tratadas com ácido indolbutírico (AIB), diluído em água (líquida) ou em talco (pó), nas concentrações de 200, 400 e 600 ppm. Para o preparo da solução líquida, pesaram-se 200, 400, 600 mg do sal de AIB, em uma balança com aproximação de 0,001g. Em seguida, foram diluídos em 2-3 ml de NaOH 0,5 N e levados para uma proveta de 1 litro, completando-se o volume com água. Em seguida, fez-se a imersão da base das estacas por três horas na solução (Figura 2B), enquanto que as tratadas com talco, a base era mergulhada no mesmo e, em seguida, estaqueadas em bandejas contendo tubetes de 115 cm³, sendo o substrato composto por 50% de substrato comercial (Bioplant[®]), 40% de vermiculita, 10% de areia e 4kg de osmocote (15/9/12)/m³ de substrato (período de liberação de 3 meses) e mantidas em casa de vegetação sob nebulização intermitente.

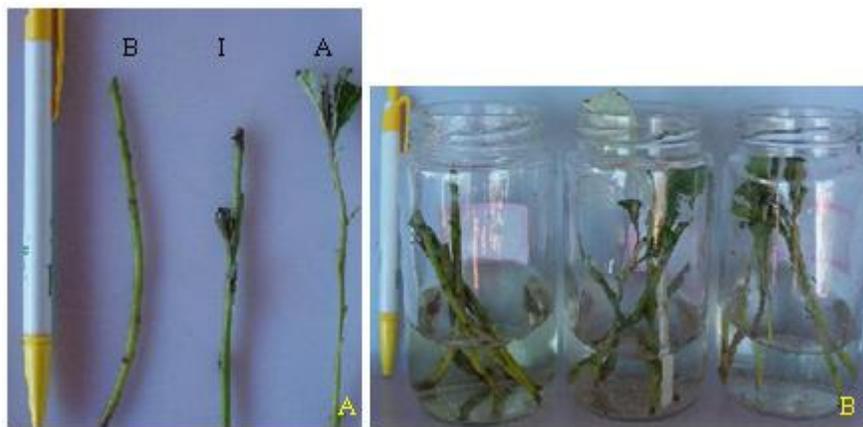


FIGURA 2 – (A) Preparo de 3 tipos de estacas: B – base; I – intermediária; A – ápice. (B) Imersão por 3 horas em solução de AIB.

Utilizaram-se 24 tratamentos, resultantes da combinação de duas formas de aplicação do hormônio AIB (líquida e pó) e três concentrações de AIB (200, 400 e 600 ppm), além de dois adicionais para cada um dos três tipos de estacas. Cada parcela experimental foi composta por 8 estacas, sendo o experimento conduzido sem repetições, devido à pequena quantidade de material disponível. Para análise estatística, realizou-se o estudo das interações e utilizaram-se a interação de maior ordem e as interações mais complexas entre os tratamentos adicionais como resíduo na análise de variância.

Para o tratamento adicional (testemunha líquida), enquanto as estacas permaneciam por três horas na solução aquosa de AIB, essas estacas permaneciam em água pura pelo mesmo período. Para o tratamento adicional (testemunha pó), o estaqueamento era realizado sem nenhum tratamento na base das estacas.

O tempo de nebulização da casa de vegetação foi determinado com a finalidade de manter uma fina camada de água sobre a superfície das folhas, sendo 20 segundos espaçados de 10 segundos, controlados durante 24 horas seguidas e durante todo o tempo de condução do experimento.

Após 40 dias do estaqueamento, observaram-se o número de estacas vivas, o número de estacas enraizadas, o número de estacas calejadas, o número de raízes por estaca e o comprimento da maior raiz. Durante esse período, a temperatura média na casa de vegetação foi de 19°C noturno e 30°C diurno e a umidade relativa do ar foi de 88% diurno e 100% noturno.

Ao final da avaliação, as estacas enraizadas foram plantadas novamente nos tubetes para posterior plantio no minijardim clonal. O minijardim clonal foi confeccionado com calhetões e o substrato utilizado era composto por areia e 4kg de osmocote (15/9/12)/m³ de substrato (período de liberação de 3 meses) e o manejo constituiu-se principalmente de irrigações diárias. Após o plantio dessas estacas, em dezembro de 2006, podou-se o ápice das mesmas para a quebra de

dominância apical. Foram realizadas duas coletas de miniestacas, em 36 dias e 57 dias após o plantio. Sendo utilizado o mesmo substrato das estacas, o período de enraizamento foi de 30 dias, sendo avaliada a porcentagem de miniestacas enraizadas.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação aos pré-testes de indução de juvenilidade, no primeiro, as matrizes vergadas (50%) e cortadas (60%) apresentaram brotos após 90 dias. Em relação às matrizes vergadas, 40% quebraram ou racharam e as que brotaram apresentaram brotações em toda a sua extensão. Para matrizes cortadas, 50% das brotações foram originários de raízes, sendo os outros 10% originários da cepa. Das matrizes aneladas, nenhuma apresentou brotações. Para o segundo pré-teste, todos os enxertos morreram. Em alguns casos, houve aumento da temperatura com queima das partes enxertadas, visto que foram cobertas com saco plástico transparente. No mês de fevereiro de 2006, quando foram realizados os enxertos, a precipitação pluviométrica total na região de Lavras (MG) chegou a 284,9 mm e essa pode ter sido uma das causas do aumento da proliferação de fungos seguida de morte dos enxertos.

Para o experimento de estaquia, ao se avaliar as cepas quanto à capacidade de rebrota, observou-se que, das 55 cepas encontradas, 37 apresentaram brotações (67,3%) e, destas 37 cepas, 89% apresentaram brotações das raízes e os 11% restantes apresentaram brotações da própria cepa. A entrada do gado na área pode ter afetado a rebrota, devido ao pisoteio e ao pastoreio das brotações pelos animais. Dessa forma, torna-se necessário um bom controle da área quanto à entrada do gado, para se obter maior e melhor número de brotos.

5.1 Sobrevivência de estacas e porcentagem de enraizamento

Para a variável estaca viva, foram consideradas as estacas enraizadas, com calo e vivas. A posição de coleta das estacas apresentou diferença significativa, como pode ser visto pelos dados da Tabela 1. Dentre essas posições, estacas da região intermediária e apical apresentaram média de sobrevivência de 60,42% e 87,50%, respectivamente. Esses resultados são estatisticamente diferentes de estacas da região basal, que apresentaram 22,92% de sobrevivência, como mostrado na Tabela 2 e na Figura 3.

A baixa taxa de sobrevivência de estacas basais em relação às outras posições de coleta pode ser devido à ausência de folhas, demonstrando que a posição do ramo do qual a estaca é retirada pode influenciar na sobrevivência. Outro fator que pode ter influenciado na sobrevivência de estacas foi a idade das brotações (270 dias).

Para estacas enraizadas e calejadas, apenas a variável posição de coleta das estacas apresentou diferença significativa (Tabela 1). Estacas apicais e intermediárias apresentaram média de 58% e 33% de enraizamento, respectivamente, quando comparadas com basais, que apresentaram média de enraizamento de 4% (Tabela 2 e Figura 4). Para os tratamentos adicionais, estacas apicais que permaneceram em solução aquosa sem adição de AIB (testemunha líquida) e estacas que foram estaqueadas sem nenhum tratamento de AIB (testemunha pó) obtiveram 88% e 63% de enraizamento, respectivamente (apêndice 1A). Para porcentagem de estacas calejadas, estacas retiradas da porção intermediária e apical apresentaram maior porcentagem de formação de calos na região basal da estaca (10,42% e 4,17%, respectivamente) do que aquelas retiradas da região basal (2,08%) (Tabela 2). Para estacas calejadas, como o experimento foi avaliado 40 dias após o estaqueamento, as estacas que apresentavam somente calos na região basal, se permanecessem por mais um período na casa de vegetação, poderiam ter enraizado. Dessa forma, o período de

enraizamento das estacas deve ser superior a 40 dias ou em um prazo menor, desde que em condições ambientais adequadas.

TABELA 1 – Resumo da análise de variância das características de número de estacas vivas (EV), de número de raízes/estaca (NR), de comprimento da maior raiz (CMR), de número de estacas enraizadas (EE) e de número de estacas calejadas (EC) das mudas de *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish, após 40 dias de enraizamento.

Quadrados médios						
FV	GL	EV	NR	CMR (cm)	EE	EC
E	2	2,77*	6,86*	7,63*	4,41*	3,96*
F	1	0,49	0,67	0,03	0,01	0,01
C	2	0,02	0,26	0,01	0,16	0,16
F x C	2	0,11	1,31*	0,36	0,01	0,02
E x F	2	0,14	2,67*	0,14	0,11	0,05
E x C	4	0,07	0,70*	0,11	0,07	0,04
T1 vs T2	1	0,22	0,94*	0,36	0,03	0,17
Fat vs Ts	1	0,01	0,54	0,02	0,09	0,02
Resíduo	8	0,13	0,15	0,11	0,12	0,12
CV (%)		16,47	18,33	17,08	21,58	18,92

* significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste de F.

Dados transformados por raiz quadrada de $Y + 0,5 - \text{SQRT}(Y + 0,5)$.

E: posições de coleta das estacas; **F**: forma de aplicação do hormônio; **C**: concentrações do hormônio; **T1 vs T2**: comparação entre as duas testemunhas; **Fat vs Ts**: comparação das médias dos tratamentos fatoriais com as testemunhas.

TABELA 2 – Porcentagem de estacas vivas, enraizadas e com calos, para as três diferentes posições de coleta no ramo, após 40 dias de enraizamento.

Posição de coleta	% sobrevivência	% enraizamento	% calos
Base (B)	22,92 b	4,17 b	2,08 b
Intermediária (I)	60,42 a	33,33 a	10,42 a
Ápice (A)	87,50 a	58,33 a	4,17 a

Médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.



FIGURA 3 – Porcentagem de estacas vivas em três diferentes posições de coleta de estacas. A – base; B – intermediária; C – ápice.



FIGURA 4 – Estacas enraizadas de três diferentes posições de coleta: A – base; B – intermediárias; C - Ápice.

Para o enraizamento de estacas, os resultados obtidos são superiores aos encontrados por Goulart (2003). Esta autora, também trabalhando com enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish) em casa de vegetação com nebulização intermitente, com estacas colhidas em janeiro e fevereiro, e com doses de AIB variando de 0 a 6.000 ppm, obteve taxa de enraizamento de 15,4% para doses de 4.000 e 6.000 ppm de AIB.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Caldwell et al. (1988), citados por Zuffellato-Ribas & Rodrigues (2001), que relataram que, na estaquia de kiwi (*Actinida deliciosa*), a maior percentagem de enraizamento foi obtida com estacas apicais (88%), decrescendo à medida que as estacas se tornavam medianas e basais. Discordam, porém, de Kramer & Kozlowisk (1972) que concluíram que o enraizamento parece ser mais favorável às estacas retiradas da parte basal do ramo do que as da parte apical, devido à maior

disponibilidade de carboidrato. Contudo, Hartman et al. (1997) ressaltam que os carboidratos em si não aumentam a resposta de enraizamento, mas são fontes de energia e de carbono para síntese de outras substâncias essenciais à formação de raízes.

Castro et al. (1994) também afirmam que, em *Vitis rotundifolia*, a porção do ramo do qual é retirada a estaca tem um efeito direto na competência para o enraizamento e os resultados foram mais altos em estacas basais (90%) em relação a medianas (55%) e apicais (5%). Evidencia-se, assim que, o fator genético também tem influência na capacidade de emissão de raízes, de acordo com a consistência do propágulo vegetativo.

Scalabrelli & Couvillon (1988), trabalhando com estacas lenhosas de pessegueiro, concluíram que as estacas retiradas da porção basal do ramo apresentaram melhores resultados do que as estacas medianas e apicais, devido a maiores quantidades de substâncias de reserva. Zambão et al. (1982), estudando estacas semilenhosas de pessegueiro, não encontraram diferenças significativas no enraizamento das porções basais e terminais do ramo. Para Hartmann & Hansen (1955), as estacas retiradas da porção subterminal apresentam melhor enraizamento do que as estacas terminais, na maioria dos casos.

Já para Lima et al. (1992), outro fator que pode influenciar na capacidade de enraizamento é o tamanho das estacas. Segundo esses autores, estacas maiores de acerola, com cerca de 14 a 16cm, obtiveram maior percentagem de enraizamento que estacas menores, de 7 a 8cm. Os autores atribuíram isso a maiores quantidades de reservas nutritivas e co-fatores de enraizamento e constataram que estacas semilenhosas e permanência de folhas possibilitaram maior sobrevivência e obtiveram, assim, melhor enraizamento.

5.2 Número de raízes/estaca

Em relação ao número de raízes por estaca, a interação entre forma de aplicação do hormônio e concentração, a interação entre posição de coleta das estacas e forma de aplicação e a interação entre posição de coleta das estacas e concentração apresentaram diferenças estatísticas (Tabela 1).

Ao se estudar o desdobramento da interação de forma de aplicação do hormônio dentro de concentrações do hormônio, pode-se observar (Tabela 3 e Figura 5) que, para as formas dentro da concentração de 200 ppm, não houve diferença significativa. Já para formas dentro das concentrações de 400 e 600 ppm houve diferença, ou seja, com a aplicação líquida nessas concentrações, as estacas apresentam maior número de raízes do que quando submetidas ao tratamento em pó.

Para o desdobramento da interação de posição de coleta das estacas dentro de concentrações de hormônio, as posições apicais e intermediárias, para as concentrações de 400 ppm (9,13 e 6,00) e 600 ppm (10,52 e 9,38), apresentaram maior número médio de raízes/estaca do que estacas basais (0,01 e 0,50, respectivamente). Para concentração de 200 ppm, não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 4).

TABELA 3 – Número médio de raízes/estaca para o desdobramento de formas de aplicação do hormônio (AIB): L – líquido; P – pó, dentro de concentrações (ppm).

Forma de aplicação	Concentrações (ppm)		
	200	400	600
L	4,27 aB	8,00 aA	9,19 aA
P	6,78 aA	2,08 bA	4,40 bA

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.



FIGURA 5 – Número médio de raízes/estaca, em função da forma de aplicação do hormônio e da concentração.

TABELA 4 – Número médio de raízes/estaca para o desdobramento de posição de coleta das estacas: B – base; I – intermediária; A – apical, dentro de concentrações do hormônio (ppm).

Posições de coleta	Concentrações (ppm)		
	200	400	600
B	5,50 aA	0,01 bA	0,50 bA
I	5,67 aA	6,00 aA	9,38 aA
A	5,40 aA	9,13 aA	10,52 aA

Médias seguidas por uma mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

5.3 Comprimento da maior raiz

Para comprimento da maior raiz, a variável posição de coleta das estacas apresentou diferença significativa (Tabela 1) e estacas intermediárias e apicais apresentaram um comprimento médio de raiz de 6,08 e 6,71 cm, respectivamente. Já estacas basais apresentaram um comprimento médio de raiz de 0,5cm (Tabela 5).

TABELA 5 – Comprimento médio das maiores raízes (cm) para as três diferentes posições de coleta das estacas.

Posição de coleta	Médias (cm)
Base (B)	0,5 b
Intermediária (I)	6,1 a
Ápice (A)	6,7 a

Médias seguidas por uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste de SNK, a 5% de probabilidade.

5.4 Miniestacas

Em relação às minicepas no jardim clonal, após a segunda coleta, houve 59% de mortalidade das minicepas. Esse fato pode ser explicado pela coleta drástica de miniestacas, em que todo o material era coletado e, muitas das vezes, não permanecia nenhum broto ou os que permaneciam eram poucos, sendo insuficientes para suprir as necessidades fotossintéticas das minicepas, o que ocasionou na morte das mesmas. Segundo Wendling (2002), há necessidade de um melhor ajuste no manejo do minijardim clonal com o decorrer das coletas, para que haja uma maior sobrevivência das minicepas. Esse mesmo autor, trabalhando com miniestaquia seriada de *Eucalyptus grandis*, com o minijardim clonal em sistema de hidroponia em calhetão e localizado em ambiente coberto por plástico transparente, obteve 96% de sobrevivência das minicepas, após sete coletas de miniestacas.

Para as miniestacas, após 30 dias de enraizamento em casa de vegetação, a porcentagem total de enraizamento foi de 25%. Os outros 75% não sobreviveram e não enraizaram. Essa alta taxa de mortalidade das miniestacas pode ser devido ao alto índice pluviométrico na região de Lavras (MG), nos meses de janeiro e fevereiro de 2007, durante a condução do experimento, de 554,7 mm¹ e 151,3 mm¹, respectivamente. Também se relaciona à falta de regulagem da casa de vegetação, o que ocasionou o encharcamento do substrato, com conseqüente “mela” e morte das miniestacas. Conforme discutido no capítulo 2, as miniestacas, por serem o material mais juvenil utilizado, não apresentam barreiras anatômicas para o enraizamento, o que não justifica a baixa taxa de enraizamento que, nessa situação, foi causado por condições adversas do ambiente. Para que se obtenham melhores resultados com a miniestaquia, torna-

¹ Dados fornecidos pelo Setor de Agrometeorologia e Climatologia do Departamento de Engenharia da UFLA. Estação Climatológica Principal de Lavras, MG, situada no campus da UFLA.

se necessário a realização de novos experimentos sob condições favoráveis para o enraizamento das miniestacas.

6 CONCLUSÕES

- Estacas coletadas de brotações de cepas e classificadas como estacas basais devem ser descartadas, sendo utilizadas para o enraizamento apenas estacas apicais e intermediárias.

- Para a forma de aplicação de AIB, em relação ao número de raízes/estaca, a forma líquida na concentração de 400 e 600 ppm é a mais indicada.

- Para o enraizamento das miniestacas é necessário a realização de novos experimentos e um bom controle ambiental no minijardim clonal e de manejo, no interior da casa de vegetação.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAGA, E.A. **Fertilizantes de liberação controlada na produção de mudas de candeia (*Eremanthus erythropappus*)**. 2006. 75p. (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CASTRO, P.C.R.; MELOTO, E.; SOARES, F.C. Rooting stimulation in muscadine grape cuttings. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.436-440, 1994.

FERRARI, M.P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. 22p. (Documentos, 94).

GOULART, P.B. **Desenvolvimento de metodologia para enraizamento de estacas de candeia (*Eremanthus erythropappus*) (DC) Mac Leish**. 2003. 32p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG .

HARTMAN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR., F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 6.ed. New Jersey: Prentice Hall, 1997. 770 p.

HARTMANN, H.T; HANSEN, C.J. Rooting of softwood cuttings of several fruit species under mist. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.66, p.157-167, 1955.

KRAMER, P.J.; KOSLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.

LIMA A.C.S.; ALMEIDA, F.A.C.; ALMEIDA F.C.G. Estudo sobre o enraizamento de estacas de acerola (*Malpighia glabra* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.1, p.7-13, 1992.

SCALABRELLI, G.; COUVILLON, G.A Factors *affecting* rooting and survival of peach hardwood cuttings treated with ISA. **Acta Horticulturae**, n.227, p.275-377, 1988.

TONETTI, O.A.O. **Melhoria da qualidade física e estudo da germinação de sementes de candeia (*Eremanthus incanus* (Less.) Less. e *Eremanthus erythropappus* (DC.) Mac Leish).** 2004. 81p. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZAMBÃO, J.C.; SAMPAIO, V.R.; BARDIN, D. Enraizamento de estacas herbáceas de pessegueiro (*Prunus persica* L). **Anais da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz'**, v.39, p.1039-1045, 1982.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia:** uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. Curitiba: Zuffellato-Ribas, 2001. 39p.

WENDLING, I.D.S. **Rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* por miniestaquia seriada e micropropagação.** 2002. Tese (Doctor Scientia em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

APÊNDICE

TABELA 1A – Porcentagem de estacas vivas (EV), enraizadas (EE) e com calos (EC) para posição apical de coleta no ramo, após 40 dias de enraizamento.

Posição de coleta	Tratamentos	EV (%)	EE (%)	EC (%)
Ápice	Testemunha líquida	100,0	87,5	100,0
	Líquido 200 ppm	100,0	62,5	75,0
	Líquido 400 ppm	62,5	50,0	50,0
	Líquido 600 ppm	100,0	75,0	75,0
	Pó 200 ppm	75,0	25,0	37,5
	Pó 400 ppm	87,5	50,0	50,0
	Pó 600 ppm	100,0	87,5	87,5
	Testemunha pó	100,0	62,5	62,5

TABELA 2A – Porcentagem de estacas vivas (EV), enraizadas (EE) e com calos (EC) para posição intermediária de coleta no ramo, após 40 dias de enraizamento.

Posição de coleta	Tratamentos	EV (%)	EE (%)	EC (%)
Intermediária	Testemunha líquida	50,0	25,0	37,5
	Líquido 200 ppm	62,5	25,0	37,5
	Líquido 400 ppm	25,0	25,0	25,0
	Líquido 600 ppm	62,5	50,0	62,5
	Pó 200 ppm	50,0	37,5	37,5
	Pó 400 ppm	87,5	37,5	50,0
	Pó 600 ppm	75,0	25,0	50,0
	Testemunha pó	62,5	12,5	50,0

TABELA 3A – Porcentagem de estacas vivas (EV), enraizadas (EE) e com calos (EC) para posição basal de coleta no ramo, após 40 dias de enraizamento.

Posição de coleta	Tratamentos	EV (%)	EE (%)	EC (%)
Basal	Testemunha líquida	50,0	0,0	12,5
	Líquido 200 ppm	12,5	0,0	0,0
	Líquido 400 ppm	25,0	0,0	12,5
	Líquido 600 ppm	0,0	0,0	0,0
	Pó 200 ppm	37,5	12,5	12,5
	Pó 400 ppm	25,0	0,0	0,0
	Pó 600 ppm	37,5	12,5	12,5
	Testemunha pó	37,5	0,0	12,5