

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO
(*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD.)
POR ESTAQUIA RADICULAR E MINIESTAQUIA**

TESE DE DOUTORADO

Paula Kielse Vargas do Nascimento

**Santa Maria, RS, Brasil
2012**

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD.) POR ESTAQUIA RADICULAR E MINIESTAQUIA

Paula Kielse Vargas do Nascimento

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração em Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutora em Engenharia Florestal**

Orientador: Dilson Antônio Bisognin

Santa Maria, RS, Brasil

2012

Nascimento, Paula Kielse Vargas do
Propagação vegetativa de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) por estaquia radicular e miniestaquia / Paula Kielse Vargas do Nascimento.-2012.
117 p.; 30cm

Orientador: Dilson Antônio Bisognin
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, RS, 2012

1. Estacas radiculares 2. AIB 3. ANA 4. Minicepas 5. Miniestacas I. Bisognin, Dilson Antônio II. Título.

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

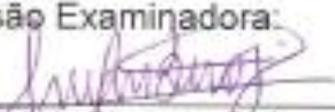
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Tese de Doutorado

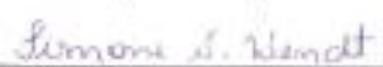
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO (*Cordia
trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD. POR ESTAQUIA
RADICULAR E MINIESTAQUIA

elaborada por
Paula Kielse Vargas do Nascimento

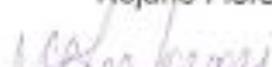
como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutora em Engenharia Florestal

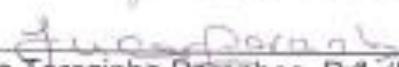
Comissão Examinadora:


Dilson Antônio Bisognin, PhD
(Presidente/Orientador)


Simone Neumann Wendt, Drª. (UFTPR)


Rejane Flores, Drª. (IFF/SVS)


Nilton César Mantovani, Dr. (CESNORS/UFSM)

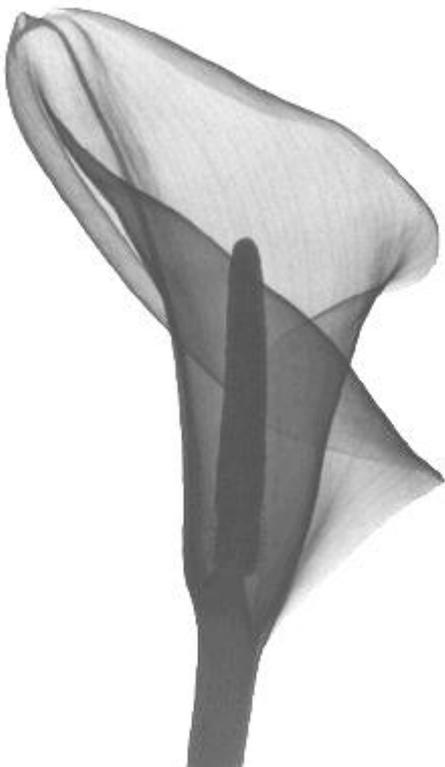

Juçara Terezinha Paranhos, Drª. (UFSM)

Santa Maria, 27 de abril de 2012.

*À minha mãe, pelos princípios herdados
em seu exemplo e todos os ensinamentos de vida.*

À minha amada filha Carolzinha

Dedico.



AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria, por meio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela contribuição a minha formação acadêmica, e à CAPES, pelo fornecimento do apoio financeiro para a realização desta pesquisa.

Ao Professor Dilson Antônio Bisognin PhD, pela valorosa orientação, pela dedicação com as pesquisas desenvolvidas no Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP), mas acima de tudo, pelos valiosos ensinamentos de vida.

Ao Professor Dr. Frederico Dimas Fleig – atualmente coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – um dos profissionais mais generosos que conheci durante a minha trajetória acadêmica, pela co-orientação.

As Professoras Dr^{as}. Simone Neumann Wendt, Rejane Flores, Juçara Terezinha Paranhos e Prof. Dr. Nilton César Mantovani, pela disponibilidade para contribuir com este trabalho.

À Bióloga Dr^a. Marciele Felippi, que gentilmente cedeu as imagens de floração e morfologia dos frutos de louro-pardo.

Aos colegas do MPVP, co-autores deste trabalho, pelo carinho e auxílio na instalação e condução dos experimentos.

Agradecimento à Michele Heberle, Kelen Lencina, Riteli Mambrin, Carina Pivetta, Nathália Pimentel, Alencar Xavier, Marcelo Rauber e Hardi Fischer, pela inestimável amizade.

À minha filha Carol, pelo incentivo e apoio em todos os momentos. Ao Vinicius e José Maria, pela amizade e carinho. À Vânia Lourenço, meu pai Davi e Loide Julia, que representam as minhas raízes, pela constante presença em minha vida. Aos meus irmãos Andrey e Cláudio, minhas cunhadas Nayane e Liliane, minhas sobrinhas Lulu, Raquel e Julia, e manas Camilinha Netto, Fabrícia Wesling, Lu Chami e Madalena, por todos os momentos de alegria.

A gratidão é a memória do coração.

Antístenes (440 - 365 a.C.)



Para ver uma árvore não basta vê-la, a árvore é uma lenta reverência, uma presença remanescente, uma habitação perdida e encontrada. À sombra de uma árvore o tempo já não é o tempo, mas a magia de um instante que começa sem fim.

(António Ramos Rosa)

RESUMO
Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal
Universidade Federal de Santa Maria

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD.) POR ESTAQUIA RADICULAR E MINIESTAQUIA

AUTORA: PAULA KIELSE VARGAS DO NASCIMENTO
ORIENTADOR: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN

Local e data: Santa Maria, 27 de abril de 2012.

O objetivo deste estudo foi avaliar a propagação vegetativa de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) por estaquia radicular e miniestaquia. Foram realizados três experimentos de estaquia radicular. No primeiro experimento, raízes de árvores adultas de louro-pardo foram seccionadas em estacas com 5,0 cm de comprimento e classificadas quanto ao diâmetro em grossas (2,0 - 3,0 cm) e finas (< 2,0 cm). As estacas radiculares foram tratadas em solução de 0, 4000, 8000 ou 12000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB). Aos 180 dias, avaliaram-se as porcentagens de brotação e enraizamento, o número e comprimento de brotos e raízes. Estacas radiculares adultas de louro-pardo apresentaram 1,25% de brotação e não formaram raízes. No segundo experimento, raízes de plantas de louro-pardo de origem seminal e com três anos de idade foram seccionadas em estacas com 5,0 cm de comprimento, classificadas quanto ao diâmetro em grossas (1,6 - 2,5 cm) e finas (1,0 - 1,5 cm) e tratadas em solução de 0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹ de AIB. Aos 30 e 60 dias, avaliaram-se as porcentagens de brotação e enraizamento, a sobrevivência das estacas, o número e o comprimento de brotos e raízes. Estacas radiculares juvenis, tratadas em solução de 6000 mg L⁻¹ de AIB, apresentaram a maior porcentagem de enraizamento e o maior número de raízes, aos 30 e 60 dias. Estacas radiculares grossas apresentaram a maior porcentagem de brotação (26%), o maior número de brotos (0,30) e o maior comprimento de brotos e raízes (2,27 e 5,40 cm), aos 60 dias de avaliação. No terceiro experimento, raízes de plantas de louro-pardo de origem seminal e com três anos de idade foram classificadas quanto à posição de coleta em basais, medianas e apicais, seccionadas em estacas de 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento e tratadas com 6000 mg L⁻¹ de AIB. Aos 60 e 90 dias, avaliaram-se as porcentagens de brotação e enraizamento, a sobrevivência das estacas, o número e comprimento de brotos e raízes, e o comprimento de brotos e raízes por volume de estaca. Estacas radiculares juvenis basais e medianas apresentaram as melhores respostas de enraizamento, aos 60 e 90 dias. Estacas radiculares juvenis com 3,0 e 5,0 cm de comprimento se mostraram superiores às estacas radiculares com 1,0 cm. Neste estudo, também foram conduzidos experimentos de miniestaquia de louro-pardo. No primeiro experimento, minicepas de origem assexuada e de origem seminal foram fertirrigadas com diferentes concentrações de solução nutritiva. A produção de miniestacas por minicepa foi avaliada aos 30 e 60 dias. Para o enraizamento, as miniestacas foram tratadas ou não em solução de 1000 mg L⁻¹ de ácido naftalenoacético (ANA). Aos 30 dias, avaliaram-se as porcentagens de brotação e enraizamento, a sobrevivência das miniestacas, o número e comprimento de brotos e raízes. No segundo experimento, miniestacas com e sem folhas obtidas de minicepas de origem assexuada e seminal foram tratadas ou não com 2000 mg L⁻¹ de AIB. Aos 30 e 60 dias, foram avaliadas as variáveis descritas anteriormente. A concentração da solução nutritiva não influenciou a produção de miniestacas/minicepas. O uso de ANA e AIB não afetou o enraizamento das miniestacas. As minicepas de origem assexuada mostraram-se adequadas à propagação vegetativa de louro-pardo, pois apresentaram maior produtividade em minijardim clonal associada ao maior potencial de enraizamento das miniestacas, sem a necessidade de tratamento com auxina.

Palavras-chave: *Cordia trichotoma*, AIB, ANA, estacas radiculares, minicepas, miniestacas.

ABSTRACT

Graduate Program of Forest Engineering
Universidade Federal de Santa Maria

VEGETATIVE PROPAGATION OF LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD.) FROM ROOT CUTTING AND MINICUTTING

AUTHOR: PAULA KIELSE VARGAS DO NASCIMENTO
ADVISER: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN

Place and date: Santa Maria, April 27th, 2012.

The aim of this work was to study the vegetative propagation of louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) from root cuttings and minicuttings. Three trials were conducted. The first trial, roots were gotten from adult trees of louro-pardo. Root cuttings with 5.0 cm of length were classified in two diameters: thick (2.0 - 3.0 cm) and thin (< 2.0 cm). The root cuttings were immersed for 10 s. in an indolbutiric acid (IBA) solution of 0, 4000, 8000 or 12000 mg L⁻¹. At 180 days, the percentages of sprouting and rooting, the number and length of shoots and roots were evaluated. Root cuttings from adult trees of louro-pardo showed 1.25% of sprouting, but they did not root. The second trial, root cuttings were gotten from three year-old plants of louro-pardo and root cuttings classified in small (1.0 - 1.5 cm) and large (1.6 - 2.5 cm) and immersed for 10 s. in an IBA solution of 0, 2000, 4000 or 6000 mg L⁻¹. At 30 and 60 days, the percentages of rooted cuttings; sprouted cuttings; and survival of cuttings; the number and length of sprouted and rooted cuttings were evaluated. Root cuttings treated with 6000 mg L⁻¹ of IBA had the best response in terms of sprouting and rooting. Large root cuttings showed the highest percentage of sprouting (26%), the highest number of sprouts (0.30) and the longest sprouts and roots (2.27 and 5.40 cm) at 60 days of evaluation. The third trial, root cuttings were classified according to the position in the root system as basal, medium and apical. Cutting measuring 1.0; 3.0 or 5.0 cm of length were immersed for 10 s. in an IBA solution of 6000 mg L⁻¹. At 60 and 90 days, the percentages of rooted and sprouted cuttings; and survival; the number and length of sprouted and rooted cuttings were evaluated. Basal and medium cuttings had the best response in terms of sprouting and rooting. Root cuttings measuring 3.0 and 5.0 cm were better than those with 1.0 cm of length. In this study, we also carried out trials with minicuttings of louro-pardo. The first trial, ministumps from plantlets of asexual and seminal origin with six and 12 month-old were fertilized with different nutrient solutions. The production of minicuttings per ministump was evaluated after 30 and 60 days. Minicuttings from these ministumps were treated or not with 1000 mg L⁻¹ of naphthalene acetic acid (NAA). At 30 days, the percentage of sprouting, rooting and survival; the number of sprouts; and the number and length of roots were evaluated. The second trial, minicuttings from ministumps of asexual and seminal origin were treated or not with 2000 mg L⁻¹ of IBA. The same evaluations were done at 30 and 60 days. The concentration of the nutrient solution did not affect the production of minicuttings per ministumps. The concentrations of NAA and IBA did not affect minicutting rooting. Overall, ministumps from asexual origin showed adequate capability for vegetative propagation of louro-pardo. These ministumps have the highest production of minicutting associated with the highest rooting potential without any treatment.

Palavras-chave: *Cordia trichotoma*, IBA, NAA, root cuttings, ministumps, minicuttings.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Árvore (A) e madeira (B) de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>)	26
FIGURA 2 –	Ramo e flores de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>): Ramo com inflorescência (A), flor aberta (B), botão floral (C), flor em corte transversal (D), estame e estigma (E), ovário em corte longitudinal (F), ovário em corte transversal (a – antera; ca – cálice, e – estame, es – estigma, fi – filete, lo – lóculo, me – mesocarpo, ova – ovário, pet – pétala, re – receptáculo). Barra = 3 cm para A, 1 cm para B a D e 0,2 cm para as demais. Fonte: FELIPPI (2010)	27
FIGURA 3 –	Frutos e sementes de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>): fruto maduro inteiro e com corte lateral (A), fruto maduro com corte longitudinal, transversal e embrião (Ca – cálice, em – embrião, ehr – eixo hipocótilo radicular, fr - fruto, pet – pétala, re – receptáculo, seta para corte longitudinal) (B), e sementes (C). Fonte: FELIPPI (2010)	28
FIGURA 4 –	Desenho esquemático ilustrando a coifa, a zona meristemática, a zona de alongamento e a zona de maturação de uma raiz pivotante. Fonte: TAIZ e ZEIGER (2008)	34
FIGURA 5 –	Propágulos radiculares de árvores adultas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) utilizados para o preparo das estacas grossas (2,0 - 3,0 cm) e finas (< 2,0 cm). Santa Maria, RS, 2010.....	45
FIGURA 6 –	Exemplar de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) utilizado para o preparo das estacas radiculares grossas (1,6 - 2,5 cm) e finas (1,0 - 1,5 cm) (A). Raiz de louro-pardo utilizada para o preparo das estacas basal, mediana e apical, com 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento (B). Santa Maria, RS, 2010	47
FIGURA 7 –	Broto em estaca radicular grossa (2,0 - 3,0 cm) de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) não tratada com ácido indolbutírico (AIB). Santa Maria, RS, 2010	49
FIGURA 8 –	Porcentagem de enraizamento (A) e número de raízes (B) em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função das doses de ácido indolbutírico (AIB), aos 30 e 60 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010	52

FIGURA 9 – Broto e enraizamento em estacas radiculares juvenis de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) tratadas com 6000 mg L ⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), aos 60 dias de avaliação: estaca grossa (1,6 - 2,5 cm) (A) e estaca fina (1,0 - 1,5 cm) (B). Barra = 5,0 cm. Santa Maria, RS, 2010	53
FIGURA 10 – Relação entre o volume das estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) e o comprimento dos brotos (superior), e relação entre o volume das estacas radiculares e o comprimento das raízes (inferior), aos 60 e 90 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010	59
FIGURA 11 – Sobrevivência das estacas radiculares juvenis de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (A) e do comprimento das estacas (B), aos 90 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010	60
FIGURA 12 – Planta de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) formada pelo enraizamento de estaca radicular juvenil mediana com 5,0 cm de comprimento, aos 60 dias de avaliação (A). Planta de louro-pardo formada pelo enraizamento de estaca radicular juvenil basal com 5,0 cm de comprimento, aos 90 dias de avaliação (B). Santa Maria, RS, 2010	61
FIGURA 13 – Desenho esquemático do sistema fechado de cultivo em bandeja de polietileno (55 x 34 x 15 cm) com substrato areia grossa e fertirrigação por inundação. Fonte: BISOGNIN (2007)..	68
FIGURA 14 – Minicepas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) submetidas à poda drástica a 6,0 cm da base da planta, após 10 dias de estabelecimento no sistema (A). Minicepas de louro-pardo com emissão de novos brotos, aos 30 dias da poda drástica (B). Exemplar de broto utilizado para o preparo das miniestacas de gema única (C)	69
FIGURA 15– Desenho esquemático do minijardim clonal de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) constituído por minicepas formadas por mudas produzidas pela estaquia radicular (E), e por minicepas de origem seminal com seis e 12 meses de idade (M6 e M12), fertirrigado com três concentrações de solução nutritiva	70
FIGURA 16 – Porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias. *As médias seguidas de mesma letra maiúscula entre os tratamentos no mesmo tipo de minicepa e de letras minúsculas entre os tipos de minicepa, dentro de um mesmo tratamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade	78

FIGURA 17 – Planta de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) formada pelo enraizamento de miniestaca não tratada com ácido naftalenoacético (ANA), obtida de minicepa de origem assexuada com seis meses de idade (A). Planta de louro-pardo formada pelo enraizamento de miniestaca não tratada com ácido indolbutírico (AIB), obtida de minicepa de origem assexuada, com 60 dias de idade (B). Barra = 3,0 cm. Santa Maria, RS, 2012 79

FIGURA 18 – Comprimento das raízes formadas em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função das doses de indolbutírico (AIB), aos 30 e 60 dias de avaliação. * As médias seguidas de mesma letra, entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade 80

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Nome comum, nome científico e referência de trabalhos utilizando espécies que apresentam raízes gemíferas	38
TABELA 2 –	Respostas de brotação em estacas radiculares juvenis de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do ácido indolbutírico (AIB), avaliadas aos 30 e 60 dias. Santa Maria, RS, 2010	53
TABELA 3 –	Porcentagem de brotação (PB), número de brotos (NB), comprimento de brotos e raízes (CB e CR) e sobrevivência (S) de estacas radiculares juvenis grossas (1,6 - 2,5 cm) e finas (1,0 - 1,5 cm) de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>), avaliados aos 60 dias. Santa Maria, RS, 2010	54
TABELA 4 –	Porcentagem de enraizamento (PE), número e comprimento de raízes (NR e CR) em estacas radiculares juvenis basais, medianas e apicais de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) com 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento, aos 60 e 90 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010	57
TABELA 5 –	Porcentagem de brotação (PB) e número de brotos (NB) em estacas radiculares juvenis basais, medianas e apicais de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) com 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento, aos 60 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010.....	58
TABELA 6 –	Número de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) coletadas de minicepas de origem assexuada e seminal, aos 30 e 60 dias após a poda drástica. Santa Maria, RS, 2010	74
TABELA 7 –	Porcentagem de enraizamento (PE), número e comprimento das raízes (NR e CR) em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa, aos 30 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010	75
TABELA 8 –	Respostas de brotação e enraizamento de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função das doses de ácido naftalenoacético (ANA), avaliadas aos 30 dias. Santa Maria, RS, 2010	76
TABELA 9 –	Porcentagem de brotação (PB), número de brotos (NB) e sobrevivência (S) de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa, aos 30 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010	77

TABELA 10 –	Porcentagem de brotação (PB) e número de brotos (NB) em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do ntipo de minicepa e das doses de ácido indolbutírico (AIB), aos 30 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2012	81
-------------	--	----

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A1 –	Diâmetro e volume das estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) confeccionadas com 1 cm de comprimento e classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basal, mediana e apical	98
APÊNDICE A2 –	Diâmetro e volume das estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) confeccionadas com 3 cm de comprimento e classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basal, mediana e apical	100
APÊNDICE A3 –	Diâmetro e volume das estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) confeccionadas com 5 cm de comprimento e classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basal, mediana e apical	101
APÊNDICE B1 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliada aos 30 dias	102
APÊNDICE B2 –	Resumo da análise de variância para o número de brotos formados em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 30 dias	102
APÊNDICE B3 –	Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos formados em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 30 dias	102
APÊNDICE B4 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliada aos 30 dias	102
APÊNDICE B5 –	Resumo da análise de variância para o número de raízes formadas em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 30 dias	103

APÊNDICE B6 –	Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes formadas em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 30 dias	103
APÊNDICE B7 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliada aos 60 dias	103
APÊNDICE B8 –	Resumo da análise de variância para o número de brotos formados em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000 e 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 60 dias	103
APÊNDICE B9 –	Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos formados em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 60 dias	104
APÊNDICE B10 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliada aos 60 dias	104
APÊNDICE B11 –	Resumo da análise de variância para o número de raízes formadas em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 60 dias	104
APÊNDICE B12 –	Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 4000, 8000 ou 12000 mg L ⁻¹), avaliado aos 60 dias	104
APÊNDICE B13 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L ⁻¹), avaliada aos 60 dias	105

APÊNDICE B14 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 60 dias	105
APÊNDICE B15 –	Resumo da análise de variância para o número de brotos formados em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias	105
APÊNDICE B16 –	Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias	105
APÊNDICE B17 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 60 dias	106
APÊNDICE B18 –	Resumo da análise de variância para o número de raízes formadas em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias	106
APÊNDICE B19 –	Resumo da análise de variância para o comprimento de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias	106
APÊNDICE B20 –	Resumo da análise de variância para a sobrevivência das estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 60 dias	106
APÊNDICE B21 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotações de estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 90 dias	107
APÊNDICE B22 –	Resumo da análise de variância para o número de brotos formados em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias	107

APÊNDICE B23 –	Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias	107
APÊNDICE B24 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 90 dias	107
APÊNDICE B25 –	Resumo da análise de variância para o número de raízes formadas em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias	108
APÊNDICE B26 –	Resumo da análise de variância para o comprimento de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias	108
APÊNDICE B27 –	Resumo da análise de variância para a sobrevivência de estacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 90 dias.	108
APÊNDICE B28 –	Resumo da análise de variância para a produção de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das concentrações de solução nutritiva, avaliada 30 dias após a poda drástica das mudas	108
APÊNDICE B29 –	Resumo da análise de variância para a produção de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das concentrações de solução nutritiva, avaliada 60 dias após a poda drástica das mudas	109
APÊNDICE B30 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), avaliada aos 30 dias	109
APÊNDICE B31 –	Resumo da análise de variância para o número de brotos por miniestaca de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), e avaliado aos 30 dias	109

APÊNDICE B32 –	Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), e avaliado aos 30 dias	109
APÊNDICE B33 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), avaliada aos 30 dias	110
APÊNDICE B34 –	Resumo da análise de variância para o número de raízes por miniestaca em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), avaliado aos 30 dias	110
APÊNDICE B35 –	Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), avaliado aos 30 dias	110
APÊNDICE B36 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), avaliada aos 30 dias	110
APÊNDICE B37 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), avaliada aos 30 dias	111
APÊNDICE B38 –	Resumo da análise de variância para o número de brotos por miniestaca de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias	111
APÊNDICE B39 –	Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias	111
APÊNDICE B40 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 30 dias	111
APÊNDICE B41 –	Resumo da análise de variância para o número de raízes em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias	112

APÊNDICE B42 –	Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias	112
APÊNDICE B43 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 30 dias	112
APÊNDICE B44 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias	112
APÊNDICE B45 –	Resumo da análise de variância para o número de brotos em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias	113
APÊNDICE B46 –	Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias	113
APÊNDICE B47 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias	113
APÊNDICE B48 –	Resumo da análise de variância para o número de raízes em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias	113
APÊNDICE B49 –	Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias	114
APÊNDICE B50 –	Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de miniestacas de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias	114

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A –	Distribuição geográfica e nomes populares do louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>)	115
ANEXO B –	Período de frutificação e maturação dos frutos de louro-pardo (<i>Cordia trichotoma</i>) em alguns estados brasileiros	116
ANEXO C –	Solução nutritiva original utilizada em estudo de produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate (<i>Ilex paraguariensis</i> Saint Hill.). WENDLING et al. (2007)	117

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 Descrição da espécie	25
2.2 Propagação por sementes	29
2.3 Propagação vegetativa	30
2.3.1 Bases do conhecimento para a formação de raízes	33
2.3.2 Estaquia radicular	36
2.3.3 Miniestaquia	37
3 CAPÍTULO I	
PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO (<i>Cordia trichotoma</i> (VELL.) ARRAB. EX STEUD.) POR ESTAQUIA RADICULAR	42
Resumo	
3.1 Introdução	42
3.2 Material e métodos	45
3.2.1 Enraizamento de estacas radiculares adultas	45
3.2.2 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência do diâmetro das estacas e das doses de AIB	46
3.2.3 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência da posição de coleta na raiz e do comprimento das estacas	47
3.2.4 Condições de cultivo	48
3.2.5 Análise estatística	48
3.3 Resultados e discussões	49
3.3.1 Enraizamento de estacas radiculares adultas	49
3.3.2 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência do diâmetro das estacas e das doses de AIB	51

3.3.3 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência da posição de coleta na raiz e do comprimento das estacas	56
3.4 Conclusão	62
3.5 Referências bibliográficas	63
 4 CAPÍTULO II	
 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO (<i>Cordia trichotoma</i> (VELL.) ARRAB. EX STEUD.) POR MINIESTAQUIA..	
	65
Resumo	
4.1 Introdução	65
4.2 Material e métodos	67
4.2.1 Produtividade de minicepas e influência do ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo	68
4.2.2 Influência do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo	71
4.2.3 Condições de cultivo	72
4.2.4 Análise estatística	72
4.3 Resultados e discussões	73
4.3.1 Produtividade de minicepas e influência do ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo	73
4.3.2 Influência do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo	77
4.4 Conclusão	82
4.5 Referências bibliográficas	82
5 CONSIDERAÇÕES GERAIS	86
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
Apêndice A	99
Apêndice B	102
Anexos	115

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a produção de mudas de espécies florestais nativas tem apresentado crescente demanda, tanto no uso em programas de reflorestamento e reposição florestal, quanto no suprimento de matéria-prima para o estabelecimento de plantios comerciais. Para espécies do gênero *Eucalyptus*, existe considerável conhecimento científico e tecnológico do processo de produção de mudas, o que possibilita o contínuo avanço da eucaliptocultura brasileira. Já para as espécies florestais nativas, o avanço em termos silviculturais tem sido limitado pela produção de mudas com baixa qualidade genética e fitossanitária, sobretudo pela carência de programas de melhoramento e de métodos eficientes de propagação.

A produção de mudas de espécies florestais pode ser realizada via sementes ou pela propagação vegetativa, a qual consiste na multiplicação de indivíduos utilizando órgãos ou partes da planta (HARTMANN et al., 2010). A escolha da técnica a ser utilizada depende, basicamente, das características reprodutivas das espécies envolvidas e da finalidade de uso. Algumas espécies são facilmente multiplicadas via seminal, especialmente quando as plantas produzem elevada quantidade de sementes viáveis. Por outro lado, é comum que as espécies arbóreas possuam sementes recalcitrantes ao armazenamento ou dormentes, e o baixo potencial de germinação ser fator limitante ao processo de produção de mudas. Similarmente, existem espécies que podem ser facilmente multiplicadas utilizando técnicas de propagação vegetativa (e.g. estaquia, enxertia, miniestaquia e micropropagação), bem como espécies que apresentam propágulos pouco responsivos ao enraizamento adventício ou que, ainda, são carentes em métodos que tornem o uso da propagação vegetativa uma opção viável.

O louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) é uma espécie arbórea com potencial para o plantio com fins econômicos, por apresentar uma combinação de aspectos favoráveis, entre os quais se destacam a boa forma de fuste e a madeira de excelente qualidade (CARVALHO, 2006). Quanto à produção de mudas, a propagação do louro-pardo via sementes tem sido dificultada pela rápida perda da viabilidade das mesmas, ocasionada pelo comportamento recalcitrante ao armazenamento (LORENZI, 2008). As sementes de louro-pardo

também apresentam dormência tegumentar, germinação lenta e irregular (CARVALHO, 2006), o que dificulta a produção uniforme de mudas. No que se refere à propagação vegetativa, ainda não foi possível estabelecer um protocolo eficiente para a produção de mudas. Em estacas de ramos adultos de louro-pardo, tratadas ou não com 8000 mg L^{-1} de ácido indolbutírico (AIB), houve satisfatória indução de brotos, mas não foi verificada a formação de raízes (HEBERLE et al., 2010). Em estudo de enraizamento de microestacas de louro-pardo, obtidas de plântulas estabelecidas *in vitro*, não houve a indução rizogênica nos explantes tratados ou não com 1000 mg L^{-1} de AIB (FICK, 2007). Conforme Mantovani et al. (2001), foi possível a indução de brotos e raízes em segmentos nodais obtidos de mudas de louro-pardo, sendo observado 73% de enraizamento no cultivo *in vitro* contendo $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ de AIB e $1,5 \text{ g L}^{-1}$ de carvão ativado.

É conhecida a existência de espécies arbóreas que possuem raízes gemíferas, nas quais, após distúrbios de origem natural ou antrópica, ocorre a formação de brotos (PENHA, 1998). Para essas espécies, ao se considerar a habilidade natural de propagação vegetativa pelo sistema radicular, presume-se que esses propágulos constituem-se de material com elevado potencial morfogenético. Algumas pesquisas têm focado as atenções para o uso de estacas radiculares na propagação vegetativa de espécies arbóreas, entre as quais se destacam cerejeira (*Prunus avium* L.), amoreira africana (*Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg), populus (*Populus tremuloides* Michx.) e mamboli (*Detarium microcarpum* Guill. & Perr.) (GHANI e CAHALAN, 1991; OFORI et al., 1996; SNEDDEN et al., 2010; KY-DEMBELE et al., 2010). Apesar da reconhecida importância de trabalhos que abordem a regeneração de estacas radiculares, especialmente de espécies que apresentam estacas de ramos pouco responsivas ao enraizamento, são escassos os estudos sobre esse tema. Ao se considerar que o louro-pardo é espécie que apresenta raízes gemíferas, é possível que estaquia radicular seja uma opção para a sua propagação vegetativa, possibilitando a viabilidade técnica do processo de produção de mudas dessa espécie.

Semelhante à técnica de estaquia, a miniestaquia baseia-se no conceito da juvenilidade, característica determinante no enraizamento de espécies lenhosas (HARTMANN et al., 2010). Se comparada à estaquia, a miniestaquia possibilitou consideráveis ganhos no processo de produção de mudas de espécies do gênero *Eucalyptus*, pois o maior grau de juvenilidade das miniestacas confere maior

potencial de enraizamento adventício. Além disso, miniestacas têm apresentado sistema radicular mais vigoroso (número e comprimento das raízes), favorecendo o desempenho da muda no campo (WENDLING e XAVIER, 2005). Em espécies florestais nativas, pouco se conhece sobre a propagação vegetativa por miniestaquia, mas relevantes estudos já foram realizados com cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hill.), grevélia-robusta (*Grevillea robusta* A. Cunn), cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer), corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.) e espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reissek) (XAVIER et al., 2003; WENDLING et al., 2007; SOUZA JUNIOR et al., 2008; CUNHA et al., 2008; LIMA et al., 2009; SOUZA et al., 2009). Para o louro-pardo, ainda não há referências que abordem a condução e manejo de minijardim clonal.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um protocolo de propagação vegetativa de louro-pardo por estaquia radicular e miniestaquia, tendo-se por objetivos específicos:

- a) avaliar o potencial de brotação e enraizamento de estacas radiculares adultas;
- b) avaliar o potencial de brotação e enraizamento de estacas radiculares juvenis, considerando a influência do diâmetro das estacas, o uso de ácido indolbutírico (AIB), a posição de coleta na raiz e o comprimento das estacas;
- c) verificar a produtividade de minicepas estabelecidas em minijardim clonal fertirrigado com diferentes soluções nutritivas;
- d) avaliar o potencial de brotação e enraizamento de miniestacas tratadas com ácido naftalenoacético (ANA) e ácido indolbutírico (AIB) .

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Descrição da espécie

Conforme o Sistema de Classificação Angiosperm Phylogeny Group (APG III), a taxonomia do louro-pardo obedece à seguinte hierarquia: grupo das Angiospermas, clado Asterideas, subclado lamiide, ordem não definida, família Boraginaceae e espécie *Cordia trichotoma*¹ (Vellozo) Arrabida ex Steudel (BREMER et al., 2009). Boraginaceae é uma família de plantas de regiões tropicais, subtropicais e temperadas, que compreende mais de duas mil espécies, distribuídas em cerca de 100 gêneros de plantas arbóreas, arbustivas e herbáceas. *Cordia* é um dos gêneros mais importantes das boragináceas, sendo constituído por, aproximadamente, 250 espécies no mundo e 65 espécies no Brasil (CARVALHO, 1988). Entre as espécies do gênero *Cordia* existentes na América Central e do Sul que são produtoras de madeira de alta qualidade, destacam-se louro-freijó (*Cordia alliodora* Ruiz et Pavon.), que ocorre nos bosques tropicais da América Central e Amazônia sul-americana; freijó (*Cordia goeldiana* Huber), presente na região amazônica brasileira; e louro-pardo (*Cordia trichotoma*) (Figura 1A), com ocorrência nas áreas subtropicais e tropicais do Brasil, Argentina, Bolívia e Paraguai (CARVALHO, 2006).

O louro-pardo é uma árvore caducifólia, pertencente ao grupo sucessional secundário inicial a secundário tardio, que pode ser encontrada na Floresta Estacional Semidecidual Submontana, Floresta Estacional Decidual, Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica), Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) e Mata Seca (REITZ et al., 1988). No Rio Grande do Sul, o louro-pardo ocorre naturalmente nas florestas do Alto Uruguai e em matas abertas e capões dos campos da Depressão Central (LORENZI, 2008), apresentando maior crescimento nas áreas sem geadas rigorosas e com temperatura média anual superior a 18 °C.

¹ *Cordia* é uma homenagem ao médico e botânico alemão Euricius Cordus (1486 a 1535) e seu filho Valerius Cordus (1515 a 1544) (MARCHIORI, 2004); e o epíteto específico *trichotoma* é alusivo ao estigma, e significa “que está dividido em três partes” (SMITH, 1970).

A árvore de louro-pardo pode atingir 35 metros de altura e 100 cm de diâmetro na idade adulta (REITZ et al., 1988), com fuste de até 15 m de altura, ramificação em intervalos regulares e inserção dos galhos em ângulo de 45°, sendo necessária a desrama para minimizar problemas de forma (CARVALHO, 1988). A madeira de louro-pardo (Figura 1B) possui alburno pouco diferenciado do cerne, de coloração amarelo-parda, com anéis de crescimento pouco distintos e demarcados pelo parênquima marginal. O cerne apresenta coloração pardo-claro-amarelada, com listras pardas mais escuras (GONZAGA, 2006). A madeira de louro-pardo é leve a moderadamente densa (0,60 a 0,80 g/cm³), de fácil trabalhabilidade, sendo indicada para a fabricação de móveis, lâminas faqueadas, chapas e valiosas peças de tornearia (CARVALHO, 2006). A árvore possui qualidades ornamentais e pode ser empregada no paisagismo. É também indicada para reflorestamentos heterogêneos na recuperação de áreas degradadas (LORENZI, 2008).



Figura 1 – Árvore (A) e madeira (B) de louro-pardo (*Cordia trichotoma*).

No Rio Grande do Sul, o período de floração do louro-pardo ocorre de dezembro a abril. A espécie é uma planta alógama², polígama, com flores masculinas e hermafroditas, marcescentes, com até 2 cm de comprimento, reunidas em panículas terminais densamente ramificadas, com 10 a 25 cm de comprimento

² Espécies alógamas são caracterizadas pela heterogeneidade, pois cada indivíduo da população é altamente heterozigótico e distinto dos demais (BÓREM e MIRANDA, 2009).

(LORENZI, 2008; REITZ et al., 1988). Felippi (2010), partindo da morfologia floral de louro-pardo (Figura 2), observou a presença de heterostilia, i.e., a ocorrência de polimorfismo floral controlado geneticamente, no qual as flores diferem nos comprimentos de estiletos e estames, podendo este fenômeno servir de mecanismo para reduzir a autopolinização. Isso porque o mecanismo de reprodução de espécies alógamas é, preferencialmente, por fecundação cruzada, possibilitando intenso intercâmbio de gametas com diferentes constituições gênicas e elevada variabilidade genética (BORÉM e MIRANDA, 2009).



Figura 2 – Ramo e flores de louro-pardo (*Cordia trichotoma*): Ramo com inflorescência (A), flor aberta (B), botão floral (C), flor em corte transversal (D), estame e estigma (E), ovário em corte longitudinal (F), ovário em corte transversal (a – antera; ca – cálice, e – estame, es – estigma, fi – filete, lo – lóculo, me – mesocarpo, ova – ovário, pet – pétala, re – receptáculo). Barra = 3 cm para A, 1 cm para B a D e 0,2 cm para as demais. Fonte: FELIPPI (2010).

O fruto do louro-pardo (Figura 3A e 3B) é simples, drupáceo, seco, indeiscente, de coloração marrom, encerrado pela corola e pelo cálice persistentes

(FELIPPI, 2010). Segundo Cielo-Filho et al. (2010), espécies com dispersão anemocórica, a exemplo do louro-pardo, apresentam maturação dos frutos na época seca quando as árvores perdem as folhas, para facilitar a dispersão de suas sementes. No Rio Grande do Sul, os frutos amadurecem de abril a julho, quando devem ser colhidas as sementes (CARVALHO, 2006). As sementes de louro-pardo (Figura 3C) possuem cerca de 6 mm de comprimento por 2 mm de diâmetro, com formato elipsoidal, presas à parede do fruto e, por serem envolvidas pelo cálice e corola persistentes, alcançam longas distâncias (RIZZINI, 1971). A germinação é do tipo epígea e as plântulas são fanerocotiledonares (KUNIYOSHI, 1983).

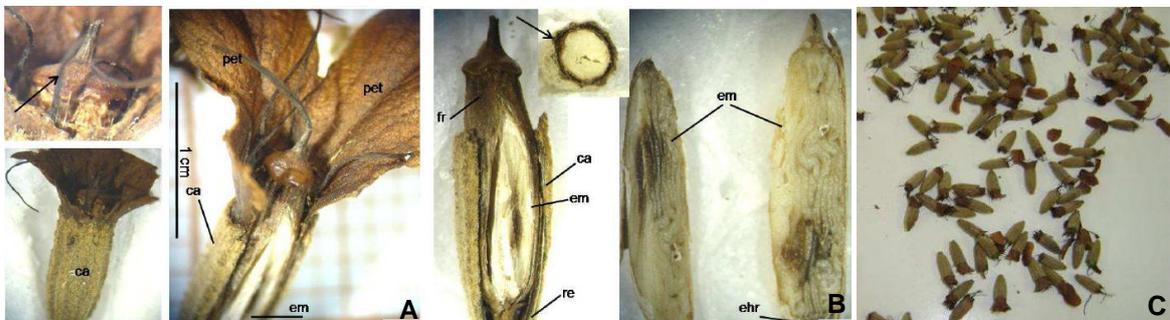


Figura 3 – Frutos e sementes de louro-pardo (*Cordia trichotoma*): fruto maduro inteiro e com corte lateral (A), fruto maduro com corte longitudinal, transversal e embrião (Ca – cálice, em – embrião, ehr – eixo hipocótilo radicular, fr – fruto, pet – pétala, re – receptáculo, seta para corte longitudinal) (B), e sementes (C). Fonte: FELIPPI (2010).

O comportamento silvicultural do louro-pardo ainda é pouco conhecido, sobretudo quanto ao crescimento dos indivíduos plantados e à identificação de progênes mais produtivas. Por apresentar boa arquitetura da copa, o louro-pardo é também recomendado para sistemas silviagrícolas, para a arborização de culturas consorciadas e para a proteção de culturas perenes, que necessitam de sombreamento (CARVALHO, 2006). Os plantios de louro-pardo a pleno sol têm apresentado maior incidência de insetos da família Tingidae, sendo recomendado o estabelecimento de plantios mistos ou com baixa densidade de plantas (REITZ et al., 1988). No Paraná, estudos têm mostrado que o plantio de louro-pardo associado com pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* Bertol. Kuntze), imbuia (*Ocotea*

porosa Nees & C. Mart.) e peroba-rosa (*Aspidosperma cylindrocarpon* M. Arg.) pode representar um excelente consórcio, visando ao reflorestamento de áreas mal manejadas e à produção de madeira de lei (SCHORR, 2002).

O louro-pardo apresenta crescimento de lento a moderado, com maiores incrementos volumétricos em plantios de $9,65 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, aos dez anos de idade, e $10,70 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, aos cinco anos (CARVALHO, 2006). Alguns trabalhos indicam que, em plantações bem manejadas, o louro-pardo pode atingir incremento volumétrico superior a $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (REITZ et al., 1988). Em estudo sobre o crescimento em diâmetro e volume sem casca de árvores de louro-pardo, realizado no município de Santa Maria (RS), foi verificado que a espécie apresenta bom potencial de crescimento, podendo ser viável o uso em reflorestamentos com fins comerciais (WEBER et al., 2002).

2.2 Propagação por sementes

A propagação por sementes é uma técnica de grande praticidade, que tem sido utilizada para a multiplicação de diversas espécies. No caso das espécies florestais nativas, o uso de sementes para a produção de mudas tem sido limitado pela carência de informações sobre métodos de produção, manipulação e avaliação da qualidade das sementes (MARTINS et al., 2009). O pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) é uma das espécies que apresenta a propagação por sementes dificultada pela rápida perda do poder germinativo (BARBEDO et al., 2002). Em sementes de araticum-de-porco (*Rollinia rugulosa* Schl.), a germinação é dificultada pela presença de dormência morfológica (embrião imaturo) e tegumentar (PINTO et al., 2003). A corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) também é espécie que possui difícil propagação via seminal, pelo fato de somente 20% dos óvulos disponíveis produzirem sementes (ETCHEVERRY e ALEMÁN, 2005).

No caso do louro-pardo, as sementes apresentam dormência tegumentar, germinação lenta e irregular (CARVALHO, 2006). A dormência é uma característica comum em sementes de plantas arbóreas e constitui-se de mecanismo que garante a perpetuação da espécie, já que as sementes só possuirão a habilidade de germinar em época apropriada. Nesse caso, mesmo que sejam fornecidas

condições ideais para a germinação, haverá retardamento ou esta não ocorrerá (PAIVA e GOMES, 2005). Em sementes de louro-pardo provenientes de árvores situadas em Colombo (PR), foi verificada média de 11,6% de germinação, com taxas variando de 0 a 17,5% (KUNIYOSHI, 1983). Já em sementes de louro-pardo coletadas de 20 árvores matrizes localizadas em Frederico Westphalen (RS) apresentaram 40% de germinação (FELIPPI, 2010).

Para espécies que apresentam propagação via seminal limitada pela baixa produção de sementes ou pela dificuldade de germinação, a propagação vegetativa pode ser uma opção para maximizar a produção de mudas. Além disso, o uso da propagação vegetativa é indispensável quando se deseja multiplicar genótipos com características desejáveis, pois, normalmente, os indivíduos formados são geneticamente idênticos à planta que os originou (PAIVA e GOMES, 2005), o que é de relevante importância em programas de melhoramento florestal.

2.3 Propagação vegetativa

A propagação vegetativa ou assexuada é uma tecnologia que se baseia no princípio da totipotência, formulada por Haberlandt (1902), em que todas as células vivas têm a capacidade de reproduzir um organismo inteiro, desde que possuam as informações genéticas necessárias para que sofram transformações morfogenéticas (ONO e RODRIGUES, 1996). Sob o ponto de vista do melhoramento, esse processo é conhecido por clonagem, e as plantas resultantes da planta clonada são denominadas clones. As principais vantagens do uso de clones na área florestal é obtenção de indivíduos idênticos à planta doadora dos propágulos vegetativos, resultando em plantios com maior uniformidade em relação às características silviculturais e tecnológicas, além da possibilidade de se obter clones adaptados a diferentes condições edafoclimáticas (REMADE, 2003).

Entre as técnicas utilizadas para a propagação vegetativa de espécies arbóreas destacam-se a enxertia, a estaquia, a miniestaquia e a micropropagação. Para o *Eucalyptus* spp., existe considerável conhecimento técnico e científico sobre o uso da propagação vegetativa para a regeneração de plantas (XAVIER e COMÉRIO, 1996; HIGASHI et al., 2000; TITON et al., 2003; ALMEIDA et al., 2007;

WENDLING e XAVIER, 2005). Já para as espécies florestais nativas, a principal dificuldade ainda se encontra na carência de métodos que possibilite eficiente enraizamento adventício. Alguns estudos têm mostrado que a estaquia pode ser alternativa para a produção de mudas de espécies florestais nativas, tais como corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.), corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth) e pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) (NEVES et al., 2006; ENDRES et al., 2007; GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008). Entretanto, estudos adicionais sobre o uso da estaquia e de outras técnicas de propagação devem ser realizados, visando ao estabelecimento de protocolos confiáveis e a difusão das técnicas entre viveiristas de mudas que trabalham com espécies nativas.

Diversos fatores intrínsecos e extrínsecos à planta matriz podem influenciar a propagação vegetativa. Entre os fatores intrínsecos destacam-se a juvenilidade dos propágulos, a posição de coleta, o comprimento e o diâmetro das estacas, os níveis de substâncias inibidoras e/ou promotoras do enraizamento (e.g. fitohormônios, carboidratos e vitaminas) e as características genéticas da planta matriz. Já os fatores extrínsecos estão relacionados às condições ambientais, destacando-se a luminosidade, a umidade, a temperatura e a composição do substrato (HARTMANN et al., 2010).

O grau de juvenilidade dos propágulos tem sido determinante ao enraizamento adventício de espécies lenhosas, pela sua relação com as mudanças morfológicas e fisiológicas que ocorrem durante o desenvolvimento da planta (HACKETT, 1987). Normalmente, estacas obtidas de plantas jovens enraizam com maior facilidade se comparadas às estacas provenientes de plantas adultas. Além disso, ao longo da planta existe gradiente de maturação, em que regiões mais próximas da base são mais antigas em idade cronológica, mas são mais juvenis em idade ontológica (HARTMANN et al., 2010). Conforme Wendling e Xavier (2001), a idade ontogenética se refere à passagem da planta por sucessivas fases de desenvolvimento (e.g. germinação, crescimento vegetativo e senescência); já a idade cronológica se refere ao tempo decorrido desde a germinação da semente.

O estímulo hormonal também é fator de forte influência no enraizamento adventício (SMART et al., 2003). As auxinas, as citocininas, as giberelinas e o ácido abscísico são fitohormônios que atuam de forma direta ou indireta na formação de raízes em estacas (TAIZ e ZEIGER, 2008). As auxinas compõem o grupo de fitohormônios que apresenta maior efeito no enraizamento, sendo o ácido

indolacético (AIA), o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido 4-cloro indol acético (4-cloro IAA) algumas auxinas de ocorrência natural que, juntamente com outras substâncias nutritivas (e.g. carboidratos e aminoácidos), auxiliam a formação de raízes adventícias (HARTMANN et al., 2010). O mecanismo de ação das auxinas no enraizamento ainda é pouco conhecido, mas algumas hipóteses sugerem a existência de relações entre ácidos nucleicos e proteínas (CASTRO, 1979), sendo a proteína ABP1, localizada no retículo endoplasmático, possivelmente um receptor da auxina (TAIZ e ZEIGER, 2008).

Algumas espécies lenhosas têm falhas na indução de raízes adventícias, sugerindo-se a existência de alta atividade de enzimas que inativam a auxina por degradação oxidativa, presença de substâncias inibidoras da iniciação radicular ou, ainda, pela falta de resposta do tecido à auxina acumulada (NORMANLY, 1997). O processo enzimático de oxidação da auxina envolve um sistema conhecido como AIA-oxidase/peroxidase, que forma o ácido oxindolacético e o metileno oxindol. No caso da degradação da auxina por processo fotoquímico, o AIA é oxidado sem a participação enzimática e, quando exposto à alta intensidade luminosa, sofre fotodestruição (TAIZ e ZEIGER, 2008).

A eficiência da propagação vegetativa é determinada pela capacidade de brotação e enraizamento adventício. Assim, estacas que não enraízam ou que não produzem brotos são eliminadas do processo, assim como as que enraízam ou rebrotam com dificuldade, pois limitarão a quantidade de mudas a serem produzidas (FLORIANO, 2004). No caso do louro-pardo, o uso da propagação vegetativa tem sido limitado pelo baixo potencial rizogênico, mesmo quando o material vegetal provém de plantas juvenis. Em estacas adultas de louro-pardo, tratadas ou não com 8000 mg L^{-1} de AIB, não foi verificada a formação de raízes (HEBERLE et al., 2010). Em microestacas de louro-pardo inoculadas em meio de cultura contendo 1000 mg L^{-1} de AIB, houve satisfatória indução de brotos, mas não ocorreu o enraizamento dos explantes (FICK, 2007).

A formação de raízes adventícias está associada a uma série de mudanças morfológicas, tais como a presença ou ausência de calo, o desenvolvimento do primórdio radicular e a emergência da raiz (HARTMANN et al., 2010), sendo necessário para o entendimento desse processo o conhecimento prévio de aspectos relacionados com a estrutura e formação do sistema radicular.

2.3.1 Bases do conhecimento para a formação de raízes

O desenvolvimento das raízes ocorre a partir da somatória de processos que vão desde a iniciação da radícula no embrião, ou indução de raízes adventícias, até o crescimento longitudinal (atividade da região de alongamento) e radial (crescimento secundário) das raízes formadas (ESAÚ, 1976). A forma do sistema radicular difere entre as espécies vegetais. Em monocotiledôneas, o desenvolvimento radicular inicia com a emergência de três a seis eixos radiculares primários, que, com o passar do tempo, crescem e se ramificam, formando um complexo sistema radicular fasciculado. Nas dicotiledôneas, o sistema radicular possui um eixo radicular principal único, denominado raiz pivotante (Figura 4), e raízes laterais, formando um sistema radicular ramificado. Na extremidade da raiz, podem ser identificadas quatro zonas de desenvolvimento: a coifa, que protege o meristema subapical da raiz contra a lesão mecânica decorrente de sua penetração no solo; a zona meristemática, que origina a raiz primária; a zona de alongamento e a zona de maturação, onde células entram na região de maturação após as divisões e o alongamento terem cessado, adquirindo o estado maduro (TAIZ e ZEIGER, 2008).

Nas gimnospermas e angiospermas, as raízes laterais, quer surjam das raízes pivotantes e suas ramificações ou das raízes adventícias, comumente, possuem origem no periciclo (ESAÚ, 1976). No seu processo de formação, um grupo de células do periciclo sofre divisões periclinais, pela atuação de auxinas, formando o primórdio radicular (TAIZ e ZEIGER, 2008). A endoderme, frequentemente, divide-se apenas em sentido anticlinal, acompanhando o crescimento do primórdio. Durante o crescimento do primórdio jovem através do córtex, inicia-se a formação do promeristema e da coifa, sendo o cilindro vascular e o córtex delimitados pelo promeristema (ESAÚ, 1976).

Na propagação vegetativa, o sistema radicular formado nas estacas é denominado adventício, pois a raiz se desenvolve através do tecido adulto, não do tecido embrional ou meristemático (FERREIRA, 1982). A formação de raízes em estacas é um processo anatômico e fisiológico complexo, associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem a raízes adventícias

(ALFENAS et al., 2009). O processo de desdiferenciação é a capacidade de as células anteriormente desenvolvidas e diferenciadas iniciarem divisões celulares e formarem um novo ponto de crescimento meristemático (HARTMANN et al., 2010). As células que possuem potencial endógeno para formação de raízes adquirem a competência, reagindo a sinais específicos (e.g. fitohormônios, luz, temperatura). Após, ocorre o desencadeamento de um processo morfogênético e as células passarão pela fase de determinação, na qual o potencial de desenvolvimento de uma célula torna-se limitado a uma rota específica. As células determinadas sofrem alterações e são diferenciadas, acarretando a formação de raízes adventícias (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998).

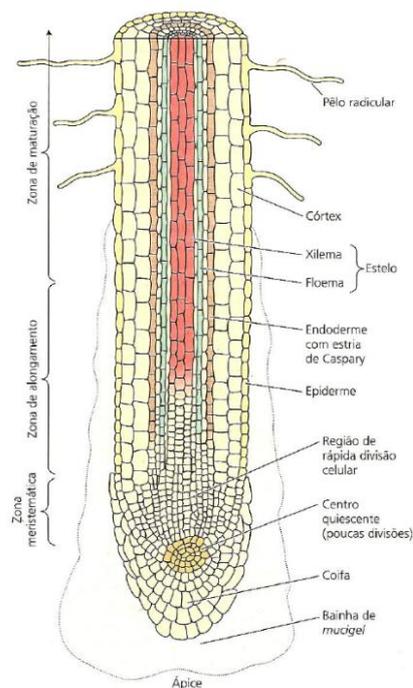


Figura 4 – Desenho esquemático ilustrando a coifa, a zona meristemática, a zona de alongamento e a zona de maturação de uma raiz pivotante. Fonte: TAIZ e ZEIGER (2008).

Apesar de todas as plantas possuírem a habilidade para regenerar órgãos partindo de células indiferenciadas, observa-se que a desdiferenciação e a diferenciação celular são mais acentuadas em algumas células e partes das plantas do que em outras. Hartmann et al. (2010) consideram que o processo de formação

de raízes adventícias ocorre em quatro fases: 1) desdiferenciação de células específicas; 2) formação de raízes iniciais partindo de células localizadas próximas aos tecidos vasculares, que se tornam meristemáticas por desdiferenciação; 3) desenvolvimento das raízes iniciais em primórdios radiculares organizados; e 4) crescimento e emergência das raízes adventícias. O potencial de enraizamento de estacas pode ser variável entre e intra espécie, sendo a habilidade de regeneração dependente das características genéticas da planta doadora de propágulos, dos níveis endógenos de substâncias promotoras e/ou inibidoras do enraizamento adventício, entre outros fatores.

A origem das raízes adventícias ocorre em certos grupos de células que, por divisões mitóticas, formam os primórdios radiculares. As divisões mitóticas responsáveis pela formação das raízes podem ocorrer nas regiões do câmbio, do parênquima liberiano, do tecido jovem do floema secundário e dos tecidos dos raios vasculares (HARTMANN et al., 2010). Antes da emergência da raiz adventícia, ocorre a diferenciação do promeristema, da coifa, do cilindro vascular e do córtex. Em detrimento da diferenciação dos elementos vasculares das raízes, células parenquimáticas localizadas na parte proximal do primórdio se diferenciam em elementos vasculares, proporcionando a conexão com os elementos correspondentes do órgão em formação (ESAÚ, 1976). As raízes adventícias podem ser pré-formadas ou induzidas. As raízes pré-formadas ou latentes, geralmente, mantêm-se dormentes até que os caules sejam seccionados em estacas, mas podem surgir antes da realização do corte das estacas. Já as raízes induzidas surgem somente após o corte das estacas, em resposta ao ferimento (HARTMANN et al., 2010). Taiz e Zeiger (2008) mencionam que, em ambos os casos, as raízes adventícias possuem origem e desenvolvimento endógenos, formando-se junto aos tecidos vasculares, com crescimento através dos tecidos localizados ao redor do seu ponto de origem.

Conforme Hartmann et al. (2010), com relação ao potencial de formação de raízes adventícias, as plantas podem ser classificadas em: fácil, moderado e difícil enraizamento. Nas plantas de fácil enraizamento, os tecidos apresentam todas as substâncias endógenas essenciais à iniciação radicular, inclusive auxinas, sendo verificada rápida formação de raízes adventícias nas estacas. Nas plantas de moderado enraizamento, os cofatores estão presentes em quantidades satisfatórias, mas a auxina é fator limitante, requerendo a aplicação exógena para aumentar a

formação de raízes nas estacas. Nas plantas de difícil enraizamento, as substâncias indutoras da rizogênese estão ausentes ou as células são pouco responsivas a esses compostos, podendo ou não a auxina endógena estar presente. Normalmente, nesse grupo de plantas, a aplicação de auxinas promove pouca ou nenhuma resposta ao enraizamento adventício.

2.3.2 Estaquia radicular

Na área florestal, o uso de estacas radiculares não é uma prática comum, pela dificuldade na coleta das raízes de árvores adultas e a pouca praticidade operacional do processo. Além disso, a carência de estudos que abordam a identificação de espécies que possuem raízes gemíferas tem limitado a propagação vegetativa por estaquia radicular.

Raízes gemíferas são aquelas que possuem células capazes de se desdiferenciar em pontos de crescimento meristemático ou raízes iniciais (HARTMANN et al., 2010). Existem dois tipos de gemas radiculares: 1) as gemas adicionais, que são formadas em sistema radicular não perturbado e tendem a ser endógenas na origem; 2) as gemas reparativas, que são formadas em resposta à senescência, injúrias de origem antrópica ou outros tipos de perturbação. As gemas adicionais, durante o crescimento secundário da raiz, podem tornar-se perenes ao crescerem simultaneamente com o câmbio, de modo que traves vasculares são produzidos no xilema secundário. Já as gemas reparativas apresentam origem exógena, podendo os traves vasculares serem ausentes ou, se presentes, não atingir o centro da raiz (APPEZZATO-DA-GLORIA e CARMELLO-GUERREIRO, 2006).

A formação de gemas caulinares em raízes de plantas herbáceas e arbóreas é um fenômeno pouco conhecido, mas alguns estudos (Tabela 1) têm direcionado as atenções para a análise anatômica de raízes gemíferas e para a identificação do potencial morfo-genético desses órgãos, visando à produção de mudas por propagação vegetativa. Em estudo morfo-anatômico de estacas radiculares das espécies arbóreas mamoinha-do-mato (*Esenbeckia febrifuga* St. Hil. Juss. ex Mart.), ingá (*Ingá laurina* Sw. Willd.) e pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link), foi

observado que as gemas formadas são de origem reparativa, pois as raízes apresentam origem exógena e se formam através do parênquima floemático (HAYASHI, 2003). Segundo a mesma autora, as espécies herbáceo-subarborescentes arnica-do-campo (*Eupatorium maximilianii* Schrad. ex DC.), alecrim-do-campo (*Vernonia brevifolia* Less.) e cravinho-do-cerrado (*Vernonia grandiflora* Less.) apresentam gemas com diferentes sítios de iniciação, podendo ser de origem axilar ou do câmbio vascular, do periciclo proliferado ou da proliferação do parênquima cortical.

Tabela 1 – Nome comum, nome científico e referência de trabalhos utilizando espécies que apresentam raízes gemíferas.

Nome comum	Nome científico	Fonte
Álamo	<i>Populus tremuloides</i> Michx.	Maini (1968), Hodge e Powell (2004), Snedden et al. (2010)
Amoreira-africana	<i>Milicia excelsa</i> (Welw.) C.C. Berg	Ofori et al. (1996)
Amoreira-preta	<i>Rubus</i> sp.	Thompson et al. (2003), Dias (2011)
Caquizeiro	<i>Diospyros kaki</i> L.F.	Biasi et al. (2002), Telles e Biasi (2005)
Cerejeira	<i>Prunus avium</i> L.	Ghani e Cahalan (1991)
Figueira	<i>Ficus carica</i> L.	Pio et al. (2008)
Fruta-pão	<i>Artocarpus altilis</i> (Parkinson) Fosberg	Santana (2010)
Híbrido álamo	<i>Populus tremula</i> x <i>Populus tremuloides</i>	Stenvall et al. (2004), Stenvall et al. (2006)
Hortelã-miúda	<i>Mentha villosa</i> Huds	Guia et al. (2007)
Ipeca	<i>Psychotria ipecacuanha</i> (Brot.) Stoven	Lima (2003), Teixeira (2008)
Kiwi	<i>Actinidia chinensis</i> Planch.	Lawes e Sim (1980)
Mama-cadela	<i>Brosimum gaudichaudii</i> Tréc.	Silva et al. (2011)
Mamboli	<i>Detarium microcarpum</i> Guill. & Perr	Ky-Dembele et al. (2010)
Vernonia	<i>Vernonia oxylepis</i> Sch. Bip. in Mart. Ex Baker	Vilhalva e Appezzato-da-Glória (2006)

Alguns trabalhos de propagação vegetativa têm mostrado a influência do tamanho das estacas radiculares e da época de coleta dos propágulos na brotação e enraizamento adventício. Em estudo de propagação vegetativa de cerejeira (*Prunus avium* L.), foi observada a influência do diâmetro das estacas no potencial de brotação, indicando que estacas com maiores diâmetros (7,1 a 12 mm) apresentam maior número e comprimento dos brotos (GHANI e CAHALAN, 1991). Estacas radiculares provenientes de árvores adultas de mamboli (*Detarium microcarpum* Guill. & Perr) também apresentaram satisfatório potencial de brotação (KY-DEMBELE et al., 2010), sendo observado que a capacidade de regeneração dessa espécie é fortemente influenciada pelo comprimento e diâmetro das estacas. Em estacas radiculares de kiwi (*Actinidia chinensis* Planch.), o potencial de brotação foi influenciado pela época de coleta dos propágulos, sendo verificada maior porcentagem de brotação em estacas obtidas durante o inverno (LAWES e SIM, 1980).

Existem poucos estudos sobre a relação da condição fenológica da planta com as reservas de carboidratos nas raízes que, por sua vez, pode afetar o sucesso da estaquia radicular. Em populus (*Populus tremuloides* Michx.), plantas doadoras de propágulos radiculares foram cultivadas a pleno sol e em casa de vegetação, sendo observado maior teor de carboidrato não-estrutural nas raízes de plantas mantidas em ambiente externo (SNEDDEN et al., 2010). No entanto, enquanto há evidências de que altos níveis de carboidratos nas raízes são benéficos ao enraizamento de estacas radiculares, existem outros fatores que também podem influenciar a rizogênese, tais como o nível hormonal e nutricional da planta matriz no momento da coleta.

Apesar de o louro-pardo ser espécie gemífera, pois apresenta a habilidade de regeneração natural através das raízes, pouco se conhece sobre o uso de estacas radiculares na propagação vegetativa dessa espécie. Por ser um método que não requer alta tecnologia e elevados custos, a estaquia radicular pode representar o primeiro passo para a viabilidade técnica e econômica do processo de produção de mudas de louro-pardo.

2.3.3 Miniestaquia

A estaquia é um importante instrumento em programas de melhoramento genético, considerando que o processo de seleção de genótipos desejáveis ocorre na fase adulta, pelo enraizamento de estacas para a obtenção dos clones (WENDLING e XAVIER, 2003). Entretanto, o uso dessa técnica na propagação vegetativa de espécies lenhosas tem sido limitado pelo baixo potencial de enraizamento de propágulos obtidos de árvores adultas (HARTMANN et al., 2010), além da baixa qualidade do sistema radicular formado nas estacas (ALFENAS et al., 2009).

A técnica de miniestaquia tem sido utilizada com êxito na propagação de espécies do gênero *Eucalyptus*, possibilitando a multiplicação de genótipos de difícil enraizamento e a produção massal de mudas (XAVIER, 2002). Para espécies florestais nativas, pouco se conhece sobre o uso dessa técnica para a multiplicação de plantas. Xavier e Santos (2002) mencionam que a miniestaquia pode ser uma opção viável para a propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), mogno (*Swietenia macrophylla* King.), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* Raddi Kuntze) e angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* Benth. Brenan). Além disso, alguns estudos têm mostrado que o enraizamento de miniestacas de algumas espécies nativas ocorre sem a necessidade do uso de auxina exógena (XAVIER e SANTOS, 2002; CUNHA et al., 2008; XAVIER et al., 2003), possibilitando a redução de custos no processo de produção de mudas por propagação vegetativa.

A miniestaquia pode ser dividida em três fases: 1) produção de brotos em minijardim clonal, 2) indução do enraizamento adventício e 3) aclimação e rustificação das plantas (ALFENAS et al., 2009). No geral, a técnica consiste na poda do ápice da parte aérea da planta (de origem seminal ou da estaquia convencional), formando a minicepa, que em intervalo de tempo variável em função da época do ano, do clone/espécie e das condições nutricionais, emite as brotações que serão utilizadas para a confecção das miniestacas (WENDLING et al., 2006). Comparada à técnica de estaquia, a miniestaquia apresenta as vantagens de maior facilidade de controle da irrigação e nutrição do minijardim clonal, maior praticidade na execução da coleta, maior potencial de enraizamento das miniestacas, entre outras (XAVIER et al., 2003).

O minijardim clonal pode ser implantado em vasos de polietileno de diferentes volumes, caixas de fibras de vidro ou em canaletões de fibro-cimento, contendo areia ou cascalho como substrato. No caso dos canaletões, a nutrição e a irrigação são fornecidas para cada planta por gotejamento, e a solução excedente é drenada por orifícios no fundo do canaletão, que pode ser descartada (sistema aberto) ou retornar ao sistema (sistema fechado) (HIGASHI et al., 2000). Na miniestaquia, o manejo nutricional do minijardim clonal pode influenciar o potencial de brotação das minicepas e o enraizamento das miniestacas. A nutrição mineral é constituída de macro e micronutrientes que favorecem o estado nutricional das minicepas, possibilitando maior produtividade de brotos (ALFENAS et al., 2009). Segundo Rosa (2006), minicepas bem nutridas podem apresentar maior disponibilidade de auxinas endógenas, carboidratos e compostos metabólicos, que podem favorecer o enraizamento adventício.

Estudos que abordem o manejo nutricional de minijardim clonal de espécies florestais nativas ainda são escassos. Wendling et al. (2007), avaliaram a influência de três diferentes concentrações de solução nutritiva na sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hill.). Segundo os autores, as concentrações de solução nutritiva não influenciaram a sobrevivência e a produção das minicepas, sendo recomendada a solução mais diluída em razão dos menores custos envolvidos em sua preparação.

Com relação ao enraizamento de miniestacas, alguns estudos têm buscado o desenvolvimento de métodos que viabilizem o uso dessa técnica em espécies florestais nativas. Brondani et al. (2007) avaliaram diferentes misturas de substrato no enraizamento de miniestacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hill.) mantidas em dois ambientes (casa de vegetação automatizada e casa de vegetação simples), sendo recomendado o uso de casca de arroz carbonizada + substrato comercial à base de pinus e vermiculita (1:1 v/v), em ambos os ambientes de enraizamento. Em miniestaquia de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek), foi observado maior potencial de enraizamento nos cultivos em substrato comercial Plantmax HT[®] (94,31%), areia (92,04%) e casca de arroz carbonizada (88,63%), que diferiram estatisticamente do substrato vermiculita (LIMA et al., 2009). Alguns estudos buscaram avaliar a influência do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas. Em cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer), Souza et al. (2009) avaliaram o uso de 0, 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹ de AIB no

enraizamento, concluindo que não é necessária a aplicação de auxina para a formação de raízes nas miniestacas. Em estudo de miniestaquia de leiteiro (*Sapium glandulotum* Vell.), também foi verificado que as doses de AIB não influenciaram as respostas de enraizamento adventício (FERREIRA et al., 2010).

Para o louro-pardo, não há referências que abordem a influência do manejo nutricional na sobrevivência e produção de minicepas estabelecidas em minijardim clonal, bem como no enraizamento de miniestacas, sendo necessários estudos que avaliem a viabilidade técnica da produção de mudas de louro-pardo por miniestaquia.

3 CAPÍTULO I

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD.) POR ESTAQUIA RADICULAR

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a propagação vegetativa de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.) por estaquia radicular. Foram realizados três experimentos durante o período de março a dezembro de 2010. No primeiro experimento, raízes coletadas de árvores adultas de louro-pardo foram seccionadas em estacas com 5,0 cm de comprimento, classificadas quanto ao diâmetro em grossas (2,0 - 3,0 cm) e finas (< 2,0 cm) e tratadas em solução de 0, 4000, 8000 ou 12000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), por 10 segundos. O experimento foi um fatorial 2 x 4 (diâmetro das estacas e doses de AIB) no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de quatro estacas por repetição. As porcentagens de brotação e enraizamento, a sobrevivência das estacas, o número e o comprimento de brotos e raízes foram avaliados aos 180 dias. No segundo experimento, raízes coletadas de mudas de louro-pardo de origem seminal e com três anos de idade foram seccionadas em estacas com 5,0 cm de comprimento, classificadas quanto ao diâmetro em grossas (1,6 - 2,5 cm) e finas (1,0 - 1,5 cm) e tratadas em solução de 0, 2000, 4000 e 6000 mg L⁻¹ de AIB, por 10 segundos. O experimento foi um fatorial 2 x 4 (diâmetro das estacas e doses de AIB) no delineamento em blocos casualizados, com oito repetições de cinco estacas por parcela. Aos 30 e 60 dias, foram avaliadas as variáveis descritas anteriormente. No terceiro experimento, raízes de mudas de louro-pardo (origem seminal), com três anos de idade, foram classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basais, medianas e apicais, seccionadas em estacas de 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento e tratadas em solução de 6000 mg L⁻¹ de AIB. O experimento foi um fatorial 3 x 3 (posição de coleta e comprimento das estacas) no delineamento em blocos casualizados, com seis repetições de cinco estacas por parcela. Aos 60 e 90 dias de cultivo, foram avaliadas as porcentagens de brotação e enraizamento, o número e comprimento de brotos e raízes, e o comprimento de brotos e raízes por volume de estaca. No primeiro experimento, estacas radiculares adultas de louro-pardo apresentaram apenas 1,25% de brotação e não houve a formação de raízes. No segundo experimento, estacas radiculares juvenis tratadas com 6000 mg L⁻¹ de AIB apresentaram as maiores respostas de enraizamento. Estacas radiculares grossas apresentaram a maior porcentagem de brotação (26%) e o maior comprimento de brotos e raízes (2,27 e 5,40 cm), aos 60 dias de avaliação. No terceiro experimento, a maior porcentagem de enraizamento ocorreu em estacas radiculares juvenis basais e medianas. Estacas radiculares com 3,0 e 5,0 cm de comprimento se mostraram superiores às estacas radiculares com 1,0 cm. É possível realizar a propagação vegetativa do louro-pardo utilizando estacas radiculares juvenis.

3.1 Introdução

O louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.), pertencente à família Boraginaceae, é uma árvore caducifólia, que atinge 35 m de altura e 100 cm de diâmetro à altura do peito (DAP) na idade adulta (REITZ et al., 1988). A espécie

ocorre desde o Nordeste até o Sul do Brasil, no Nordeste da Argentina, Leste do Paraguai e Sul da Bolívia. O louro-pardo é uma das espécies promissoras para plantios com fins comerciais, por apresentar uma combinação de aspectos favoráveis, entre os quais se destacam a boa forma de fuste e a madeira de excelente qualidade (RIZZINI, 1971). A madeira é moderadamente pesada, possui boa durabilidade em ambientes secos, e por apresentar resistência mecânica e retratibilidade médias, é indicada na fabricação de peças envergadas, lâminas faqueadas, chapas e esculturas. Além disso, a madeira do louro-pardo é considerada nobre, sendo amplamente utilizada na fabricação de móveis finos e valiosas peças de tornearia (CARVALHO, 2006).

A produção de mudas de louro-pardo pode ser realizada por propagação sexuada, na qual a semente é utilizada como material vegetal, ou por propagação vegetativa, que consiste na multiplicação de indivíduos utilizando órgãos ou porções da planta (HARTMANN et al., 2010). No caso da reprodução sexuada, a produção de mudas de louro-pardo tem sido limitada pela rápida perda da viabilidade das sementes, ocasionada pelo comportamento recalcitrante ao armazenamento (LORENZI, 2008). As sementes de louro-pardo também apresentam dormência tegumentar, germinação lenta e irregular (CARVALHO, 2006), o que dificulta a produção uniforme de plantas. No que se refere à propagação vegetativa, um dos maiores entraves tem sido o enraizamento de estacas de ramos, mesmo quando o material vegetal provém de plantas juvenis. Em estacas de ramos adultas de louro-pardo, tratadas ou não com 8000 mg L^{-1} de AIB, não foi verificada a formação de raízes (HEBERLE et al., 2010). Em microestacas de louro-pardo inoculadas em meio de cultura contendo 1000 mg L^{-1} de AIB, houve satisfatória indução de brotos, mas não ocorreu o enraizamento dos explantes (FICK, 2007).

Algumas espécies herbáceas e arbóreas possuem raízes gemíferas, i.e., que emitem brotos após a ocorrência de distúrbios de origem natural ou antrópica. Nesses casos, as espécies possuem raízes com células capazes de se desdiferenciar em pontos de crescimento meristemático ou raízes iniciais, que podem crescer formando novos brotos e raízes (HARTMANN et al., 2010). Ao se considerar a habilidade natural de regeneração pelo sistema radicular, presume-se que esses propágulos se constituem em material com elevado potencial morfogenético, possibilitando a produção de mudas de espécies gemíferas por estaquia radicular. Entretanto, existe carência de trabalhos que abordem o

enraizamento de estacas radiculares, possivelmente pela escassez de dados quantitativos sobre as espécies que apresentam raízes gemíferas (PENHA, 1998). Apesar de conhecida a presença de raízes gemíferas em louro-pardo (CARVALHO, 2006), não há estudos que abordem o uso de estacas radiculares na propagação vegetativa dessa espécie.

Pesquisas têm mostrado a influência do tamanho de estacas radiculares na brotação e no enraizamento adventício (GHANI e CAHALAN, 1991; STENVALL et al., 2006; KY-DEMBELE et al., 2010; SNEDDEN et al., 2010). Em muitos casos, estacas radiculares pequenas maximizam a taxa de multiplicação, mas o uso pode ser limitado pela baixa quantidade de reservas necessárias para a formação de raízes. Já estacas compridas são mais propensas à desidratação, pela maior superfície exposta ao ambiente. O diâmetro das raízes também define o conteúdo de reservas presentes nos propágulos, sendo o teor de carboidratos, amido e demais substâncias proporcional ao diâmetro das estacas. Normalmente, as raízes são mais grossas próximo ao colo da planta e se tornam mais delgadas em direção à extremidade distal do sistema radicular (EDE et al., 1997), o que pode alterar as respostas morfogênicas conforme a posição de coleta.

O estímulo hormonal e a disponibilidade de fotoassimilados também são fatores que podem influenciar o enraizamento de estacas (PERES e KERBAUY, 2000). Hartmann et al. (2010), classificam as plantas em três grupos: i) aquelas em que os tecidos possuem as substâncias necessárias ao enraizamento, incluindo as auxinas, que são hormônios essenciais para a iniciação de raízes; ii) aquelas em que os cofatores de enraizamento estão presentes em quantidade suficiente, mas a auxina é limitante; e iii) aquelas em que não há atividade dos cofatores e, mesmo que a auxina natural seja abundante, a aplicação externa acarretará pouca ou nenhuma resposta. Provavelmente, espécies de difícil enraizamento apresentam baixo conteúdo de auxinas endógenas nos tecidos das estacas (NORBERTO et al., 2001). Nesses casos, o uso de auxina, a exemplo do ácido indolbutírico (AIB), pode favorecer a formação de raízes adventícias.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial morfogênico de estacas radiculares de louro-pardo, considerando o diâmetro das estacas, o uso de ácido indolbutírico, a posição de coleta no sistema radicular e o comprimento das estacas.

3.2 Material e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação climatizada do Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul.

3.2.1 Enraizamento de estacas radiculares adultas

Este experimento foi conduzido no período de março a julho de 2010. O material vegetal foi constituído de propágulos radiculares (Figura 5) coletados de cinco árvores adultas de louro-pardo, localizadas no Campo de Instrução do Exército de Santa Maria (CISM). Após a coleta, os segmentos radiculares foram acondicionados em sacos plásticos e encaminhados ao Laboratório de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, onde foram seccionados em estacas de 5,0 cm de comprimento, classificadas quanto ao diâmetro em grossas (2,0 - 3,0 cm) e finas (< 2,0 cm).

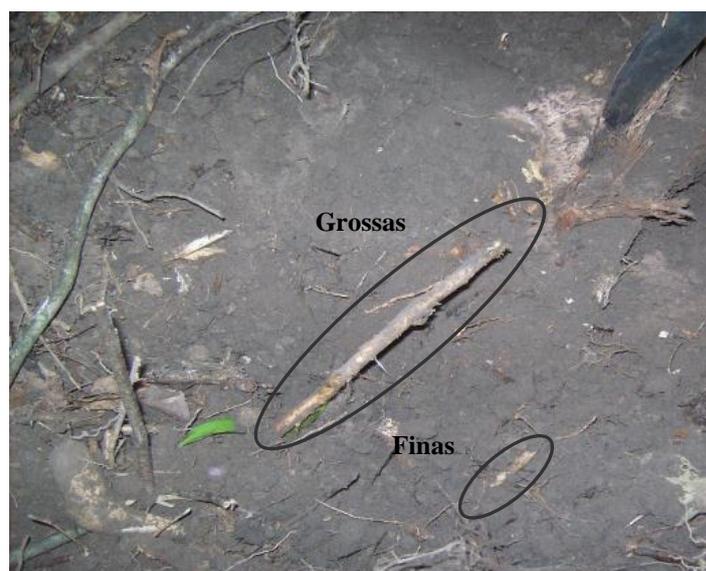


Figura 5 – Propágulos radiculares de árvores adultas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) utilizados para o preparo das estacas grossas (2,0 - 3,0 cm) e finas (< 2,0 cm). Santa Maria, RS, 2010.

Para o enraizamento, as estacas radiculares tiveram suas bases imersas em 0, 4000, 8000 ou 12000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), por 10 segundos, e cultivadas na posição vertical em bandejas de polietileno (55 x 34 x 15 cm) contendo substrato comercial à base de casca de pinus. A base da estaca radicular corresponde à porção mais próxima da coifa. Para o preparo da solução de AIB, a auxina foi previamente dissolvida em 50% de álcool etílico (98°GL) e diluída em 50% de água destilada. O tratamento controle foi constituído apenas por água destilada e álcool na proporção de 1:1 (v/v).

O experimento foi um fatorial 2 x 4 (diâmetro das estacas e doses de AIB) no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições de quatro estacas por repetição. Aos 180 dias de cultivo foram avaliadas as porcentagens de brotação e enraizamento, a sobrevivência das estacas, o número e o comprimento de brotos e raízes (cm).

3.2.2 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência do diâmetro da estaca e das doses de AIB

Este experimento foi conduzido durante os meses de abril a junho de 2010. Raízes de plantas de louro-pardo, de origem seminal e com três anos de idade (Figura 6A), foram seccionadas em estacas de 5,0 cm de comprimento e classificadas quanto ao diâmetro em finas (1,0 - 1,5 cm) e grossas (1,6 - 2,5 cm). O terço apical da raiz não foi utilizado para a confecção das estacas. Para o enraizamento, as estacas radiculares tiveram suas bases imersas em 0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹ de AIB, por 10 segundos, e cultivadas na posição vertical em bandejas de polietileno (55 x 34 x 15 cm) contendo mistura de substrato comercial à base de casca de pinus, casca de arroz carbonizada e areia grossa (1:1:1 v/v/v). A base da estaca radicular corresponde à porção mais próxima da coifa. Para o preparo da solução de AIB, a auxina foi previamente dissolvida em 50% de álcool etílico (98°GL) e diluída em 50% de água destilada. O tratamento controle foi constituído apenas por água destilada e álcool na proporção de 1:1 (v/v).

O experimento foi um fatorial 2 x 4 (diâmetro da estaca e dose de AIB) no delineamento em blocos casualizados, com oito repetições de cinco estacas por

parcela. Aos 30 e 60 dias de cultivo, foram avaliadas as porcentagens de brotação e enraizamento, o número e o comprimento de brotos e raízes (cm). A sobrevivência das estacas foi avaliada aos 60 dias.

3.2.3 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência da posição de coleta na raiz e do comprimento da estaca

Este experimento foi conduzido durante os meses de setembro a dezembro de 2010. Raízes de plantas de louro-pardo, de origem seminal e com três anos de idade, foram classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basais, medianas e apicais (Figura 6B) e seccionadas em estacas de 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento. As estacas tiveram suas bases imersas por 10 segundos em 6000 mg L^{-1} de AIB e cultivadas nas mesmas condições descritas anteriormente.

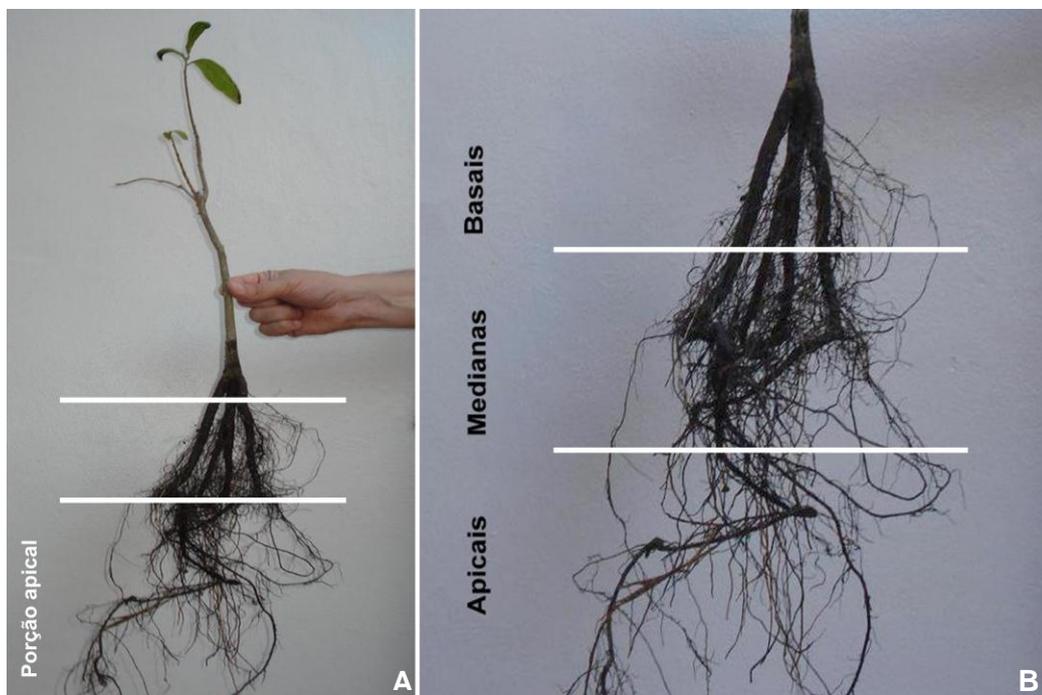


Figura 6 – Exemplo de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) utilizado para o preparo das estacas radiculares grossas (1,6 - 2,5 cm) e finas (1,0 - 1,5 cm) (A). Raiz de louro-pardo utilizada para o preparo das estacas basal, mediana e apical, com 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento (B). Santa Maria, RS, 2010.

O experimento foi um fatorial 3 x 3 (posição de coleta e comprimento das estacas) no delineamento de blocos casualizados, com seis repetições de cinco estacas por parcela. Aos 60 e 90 dias de cultivo, foram avaliadas as porcentagens de brotação e enraizamento, o número e comprimento de brotos e raízes (cm), e o comprimento de brotos e raízes (cm) por volume de estaca. A porcentagem de sobrevivência das estacas foi avaliada aos 90 dias.

Todas as estacas radiculares tiveram os diâmetros medidos, sendo essa medição realizada na porção central da estaca. Para o cálculo do volume das estacas, utilizou-se a equação $v = (\pi \cdot d^2 / 4) \cdot L$, sendo d = diâmetro da estaca (cm) e L = comprimento da estaca (cm).

3.2.4 Condições de cultivo

O cultivo foi realizado em câmara úmida, com umidade relativa do ar de aproximadamente 85%, fornecida por climatizador, acionado automaticamente 12 vezes ao dia por 15 minutos, com fluxo de ar de 10 m³/min. A temperatura média no interior da câmara úmida foi de 27 °C.

3.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância com o programa ESTAT (Unesp - Jaboticabal). As médias dos tratamentos qualitativos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$) e os tratamentos quantitativos por análise de regressão. Para atender aos pressupostos da normalidade, os dados de porcentagem foram transformados para $\arcseno \sqrt{x/100}$ e de contagem e comprimento para $\sqrt{x+0,5}$.

3.3 Resultados e discussões

3.3.1 Enraizamento de estacas radiculares adultas

Não foi observada a presença de raízes nas estacas radiculares adultas, aos 180 dias de avaliação. Houve a formação de brotos em estacas radiculares grossas (2,0 - 3,0 cm) não tratadas com AIB (Figura 7), mas a baixa ocorrência (1,25% de brotação) impossibilitou a análise estatística dessa variável.



Figura 7 – Broto em estaca radicular grossa (2,0 - 3,0 cm) de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) não tratada com ácido indolbutírico (AIB). Santa Maria, RS, 2010.

Diversos fatores atuam no enraizamento adventício, entre os quais se destacam a espécie, as características genéticas da planta matriz, o grau de maturação e a época de coleta dos propágulos. Em espécies lenhosas, a aptidão para o enraizamento de estacas de ramos está fortemente associada ao grau de maturação, no qual se observa que na fase juvenil as plantas apresentam maior potencial de enraizamento que na fase adulta (HARTMANN et al., 2010). Já para estacas radiculares, Bonga (1982) menciona que raízes podem conservar a sua

juvenilidade, possibilitando alta capacidade de regeneração das estacas mesmo quando coletadas em árvores com idade cronológica avançada. Neste estudo, não foi possível a formação de raízes em estacas adultas de louro-pardo. Entretanto, estacas radiculares juvenis de louro-pardo, obtidas de plantas com três anos de idade, se mostraram aptas à formação de brotos e raízes adventícias (KIELSE et al., 2010), indicando que a juvenilidade dos propágulos pode determinar o enraizamento de estacas radiculares dessa espécie.

A condição fenológica da planta doadora dos propágulos vegetativos tem sido apontada como fator que influencia o enraizamento de estacas radiculares (SNEDDEN et al., 2010; KY-DEMBELE et al., 2010). Isso porque a variação sazonal altera os processos fisiológicos (e.g. fotossíntese, transporte de compostos e substâncias), que afetam a disponibilidade de carboidratos e auxinas na planta (SCHIER e ZASADA, 1973). As estacas radiculares utilizadas no presente estudo foram coletadas no outono, quando o louro-pardo se encontrava no término do período de frutificação, época em que as reservas energéticas haviam sido mobilizadas para a formação dos frutos. Assim, possivelmente, na época em que foi realizada a coleta dos propágulos o sistema radicular do louro-pardo apresentava baixo teor de carboidratos. As reservas mais abundantes de carboidratos correlacionam com maiores porcentagens de enraizamento e sobrevivência de estacas (FACHINELLO et al., 2005). Em estacas radiculares adultas de mamboli (*Detarium microcarpum* Guill. & Perr), foi verificada a influência da época de coleta dos propágulos no potencial de brotação das estacas radiculares, sendo os níveis de carboidratos presente nas raízes coletadas no período de dormência diferentes daqueles disponíveis durante a fase de crescimento vegetativo (KY-DEMBELE et al., 2010).

Espécies de difícil enraizamento apresentam baixo teor de auxina endógena, sendo muitas vezes necessário o uso de fitorreguladores para a indução de raízes nas estacas. No caso do louro-pardo, as estacas radiculares adultas não apresentaram a formação de raízes mesmo nos tratamentos com auxina (4000, 8000 ou 12000 mg L⁻¹ de AIB), possivelmente por não ter ocorrido balanço adequado entre auxinas, citocininas e cofatores de enraizamento. Os principais hormônios envolvidos na formação de novos brotos e raízes no tecido vegetal de estacas são as citocininas e as auxinas (SKOOG e MILLER, 1957). As citocininas são normalmente sintetizadas no próprio sistema radicular e translocadas pelo

xilema para outras partes da planta. Já as auxinas são sintetizadas no meristema apical e nas folhas novas, fluindo para as extremidades das raízes por transporte basípeto, ou sintetizadas no ápice radicular, sendo translocadas para a planta por transporte acrópeto (TAIZ e ZEIGER, 2008). Greenwood e Weir (1994) mencionam que a ausência da competência de enraizamento pode estar relacionada à inabilidade das células de se organizar em meristemas radiciais em resposta à auxina, pela falta de receptores específicos do enraizamento.

No caso do louro-pardo, o fato de estacas radiculares juvenis apresentarem respostas de brotação e enraizamento, mesmo quando não submetidas a tratamento auxínico (KIELSE et al., 2010), sugere que essas respostas morfogênicas são fortemente influenciadas pela juvenilidade. Entretanto, é necessária a realização de estudos utilizando maior quantidade de árvores matrizes e com coleta dos propágulos em diferentes épocas do ano, para esclarecer sobre outros fatores que podem estar atuando no não enraizamento adventício de material adulto de louro-pardo.

3.3.2 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência do diâmetro da estaca e das doses de AIB

Para a porcentagem de enraizamento e número de raízes, não houve interação significativa entre as doses de AIB e o diâmetro das estacas ($p \leq 0,05$) aos 30 e 60 dias de avaliação. A porcentagem de enraizamento foi influenciada pelas doses de AIB. O tratamento constituído por estacas radiculares juvenis de louro-pardo tratadas com a dose de 6000 mg L^{-1} de AIB apresentou a maior porcentagem de enraizamento, sendo observados 30 e 50% de estacas enraizadas, aos 30 e 60 dias respectivamente (Figura 8A e Figura 9).

O modelo quadrático foi o que melhor se ajustou para explicar o comportamento do número de raízes (Figura 8B), sendo observadas 0,82 e 1,32 raízes por estaca no tratamento com a dose de 6000 mg L^{-1} de AIB, aos 30 e 60 dias respectivamente. É conhecido que a aplicação exógena de auxinas auxilia o enraizamento adventício, mas esta resposta somente ocorre até uma dose máxima, a partir da qual ocorre efeito fitotóxico (FACHINELLO et al., 2005). No caso do

louro-pardo, foi verificada tendência crescente das curvas de regressão até a dose de 6000 mg L⁻¹ de AIB (Figura 8), sugerindo que doses superiores dessa auxina podem ser testadas, visando à obtenção do seu ponto de máxima eficiência técnica.

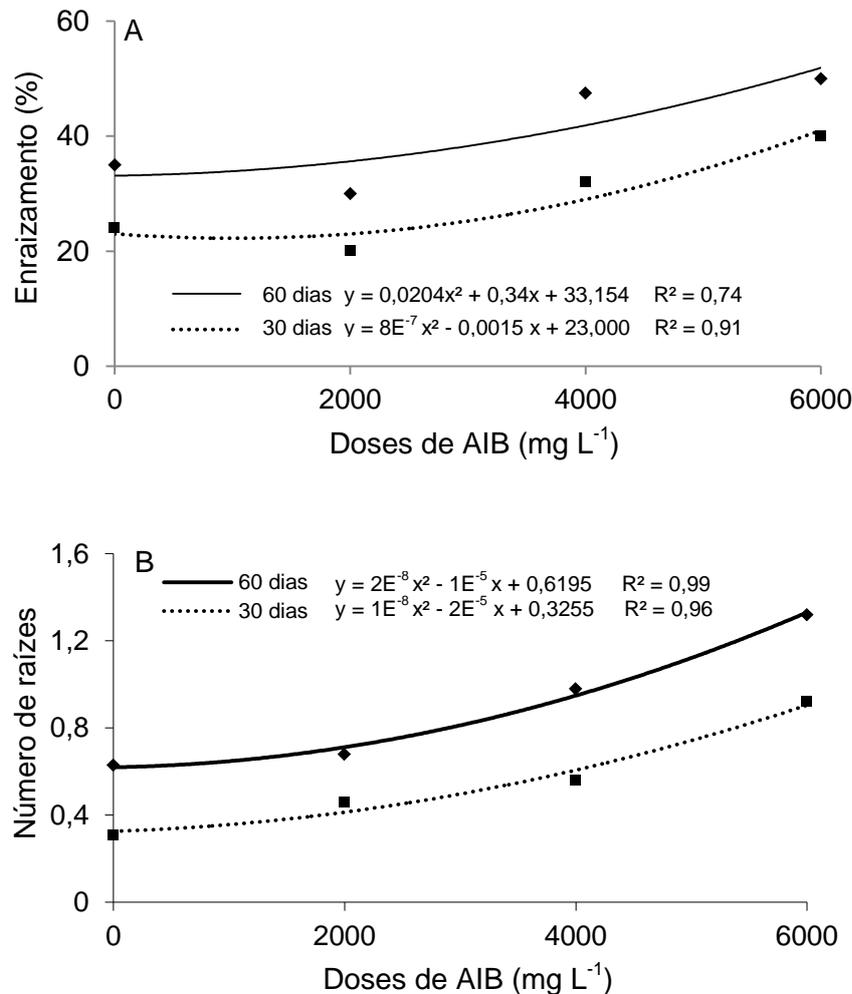


Figura 8 – Porcentagem de enraizamento (A) e número de raízes (B) em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função das doses de ácido indolbutírico (AIB), aos 30 e 60 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010.

Não houve interação significativa entre as doses de AIB e o diâmetro das estacas para a porcentagem de brotação, número e comprimento dos brotos ($p \leq 0,05$), aos 30 e 60 dias de avaliação. O tratamento constituído por estacas radiculares juvenis de louro-pardo não tratadas com AIB apresentou a maior porcentagem de brotação e o maior número de brotos, diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 2). Para o comprimento dos brotos, as estacas

radiculares não tratadas com AIB apresentaram as maiores respostas, mas sem diferirem das estacas radiculares tratadas com as doses de 4000 e 6000 mg L⁻¹ de AIB, aos 30 dias de avaliação.

Tabela 2 – Respostas de brotação em estacas radiculares juvenis de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do ácido indolbutírico (AIB), avaliadas aos 30 e 60 dias. Santa Maria, RS, 2010

AIB (mg L ⁻¹)	30 dias de avaliação		
	PB (%)	NB	CB (cm)
0	24,0a*	0,28a	2,26a
2000	2,6b	0,02b	0,45b
4000	7,5b	0,07b	1,34ab
6000	8,7b	0,10b	1,44ab
Média	10,67	0,11	1,46
CV (%)	85,61	12,35	41,58
AIB (mg L ⁻¹)	60 dias de avaliação		
	PB (%)	NB	CB (cm)
0	45,0a	0,56a	2,47a
2000	6,3b	0,10b	1,06b
4000	14,0b	0,13b	2,38ab
6000	11,0b	0,12b	1,85b
Média	19,07	0,22	1,94
CV (%)	65,59	13,14	40,85

* Valores seguidos de letra diferente diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. PB = porcentagem de brotação, NB = número de brotos, CB = comprimento dos brotos.

A porcentagem de brotação, o número de brotos, e o comprimento de raízes e brotos foram influenciados pelo diâmetro das estacas ($p \leq 0,05$), aos 60 dias de avaliação. Estacas radiculares juvenis grossas (1,6 - 2,5 cm) apresentaram a maior porcentagem de brotação (26%), o maior número de brotos (0,30) e o maior comprimento dos brotos e raízes (2,27 e 5,40 cm respectivamente), diferindo significativamente das estacas radiculares finas (Tabela 3). Em algumas espécies, o diâmetro das estacas pode influenciar na brotação, com maiores respostas em estacas mais espessas, por apresentarem maior quantidade de substâncias de reserva (e.g. carboidratos e aminoácidos), que são responsáveis pela formação inicial de novos tecidos aéreos (HARTMANN et al., 2010). Em kiwi (*Actinidia chinensis*

Planch.), estacas radiculares de 5 e 15 cm de comprimento com as menores classes de diâmetro (inferior a 0,5 cm) apresentaram a menor porcentagem de brotação (12%), ao passo que as estacas de maior diâmetro (0,5 a 2,5 cm) tiveram 48% de brotação (LAWES e SIM, 1980). Já nas estacas radiculares juvenis do híbrido de álamo (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*), com 3 cm de comprimento, o diâmetro das estacas não afetou o potencial de brotação, mas teve forte efeito no enraizamento adventício (STENVALL et al., 2006).

A porcentagem de sobrevivência das estacas radiculares juvenis de louro-pardo não foi afetada pelo diâmetro das estacas e pelas doses de AIB ($p \leq 0,05$). Foi observada média de 48% de estacas vivas (Tabela 3). O diâmetro das estacas radiculares pode afetar a porcentagem de sobrevivência, pois a maior assimilação de reservas disponíveis para a regeneração de brotos e raízes ocorre em estacas mais espessas (LAWES e SIM, 1980). No caso do louro-pardo, apesar de as estacas radiculares finas (1,0 - 1,5 cm) apresentarem menor conteúdo de reserva se comparadas às estacas de maior diâmetro, este foi suficiente para garantir a sua sobrevivência.

Tabela 3 – Porcentagem de brotação (PB), número de brotos (NB), comprimento de brotos e raízes (CB e CR) e sobrevivência (S) de estacas radiculares juvenis grossas (1,6 - 2,5 cm) e finas (1,0 - 1,5 cm) de louro-pardo (*Cordia trichotoma*), avaliados aos 60 dias. Santa Maria, RS, 2010

Diâmetro	PB (%)	NB	CB (cm)	CR (cm)	S (%)
Grossa	26a*	0,30a	2,27a	5,40a	54a
Fina	12b	0,15b	1,75b	2,40b	43a
Média	19	0,22	2,01	3,90	48
CV (%)	65,59	13,13	40,85	33,96	37,44

* Valores seguidos de letra diferente diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. PB = porcentagem de enraizamento, NB = número de brotos, CB = comprimento dos brotos, CR = comprimento das raízes, S = sobrevivência.

Em estudo de cultivo *in vitro*, quando as doses de auxina são superiores às de citocinina, a resposta morfogênica está associada à formação de raízes, e quando as doses de citocinina são superiores às de auxina ocorre a indução de parte aérea (SKOOG e MILLER, 1957). A maior indução e crescimento dos brotos em estacas radiculares juvenis de louro-pardo não tratadas com AIB pode ser

explicada pela baixa relação auxina/citocinina e a aptidão natural de brotação. Por outro lado, o tratamento das estacas radiculares de louro-pardo com auxina maximizou as respostas rizogênicas, pois à medida que se elevou a dose de AIB houve aumento na porcentagem de estacas enraizadas e do número de raízes por estaca.



Figura 9 – Broto e enraizamento em estacas radiculares juvenis de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) tratadas com 6000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), aos 60 dias de avaliação: estaca grossa (1,6 - 2,5 cm) (A) e estaca fina (1,0 - 1,5 cm) (B). Barra = 5,0 cm. Santa Maria, RS, 2010.

Diante destes resultados, pode-se inferir que as estacas radiculares juvenis de louro-pardo apresentam pouca aptidão natural ao enraizamento, justificando o

uso de auxina para estimular a formação de raízes adventícias. Considera-se que a eficiência da propagação vegetativa tem como ponto de partida a brotação das estacas associada à sua habilidade de enraizamento. Sendo assim, a dose de 6000 mg L⁻¹ de AIB mostrou-se mais indicada para a regeneração de estacas radiculares juvenis de louro-pardo, mas doses maiores podem ser testadas.

3.3.3 Enraizamento de estacas radiculares juvenis: influência da posição de coleta na raiz e do comprimento da estaca

Para a porcentagem de enraizamento, o número e comprimento das raízes, não houve interação significativa entre a posição de coleta na raiz e o comprimento das estacas ($p \leq 0,05$), tanto aos 60 quanto aos 90 dias de cultivo. A posição de coleta influenciou a porcentagem de enraizamento. Os tratamentos formados por estacas radiculares juvenis basais e medianas apresentaram a maior porcentagem de enraizamento, diferindo significativamente dos tratamentos formados por estacas radiculares apicais (Tabela 4). O comprimento das estacas radiculares também influenciou a porcentagem de enraizamento. O tratamento formado por estacas radiculares com 5,0 cm de comprimento apresentou a maior porcentagem de enraizamento, diferindo significativamente dos demais tratamentos, aos 60 e 90 dias de avaliação.

O número e o comprimento das raízes também foram influenciados pela posição de coleta na raiz e pelo comprimento das estacas ($p \leq 0,05$). Aos 60 e 90 dias de avaliação, o maior número de raízes ocorreu em estacas radiculares juvenis basais e medianas, diferindo significativamente das estacas radiculares apicais (Tabela 4). Estacas radiculares com 5,0 e 3,0 cm apresentaram o maior número de raízes, diferindo significativamente das estacas radiculares com 1,0 cm de comprimento, aos 60 e 90 dias de avaliação. O mesmo comportamento foi observado para o comprimento das raízes, sendo as estacas radiculares basais e medianas e as estacas radiculares com 3,0 e 5,0 cm de comprimento as que se destacaram para essa variável.

Na parte aérea de plantas, pode existir diferença nos teores de carboidratos, aminoácidos e outras substâncias que favorecem o enraizamento adventício

(HARTMANN et al., 2010). Tais variações podem ocorrer também no sistema radicular, podendo resultar em respostas morfogênicas proporcionais às diferenças de conteúdo de reserva existente ao longo da raiz. Em estudo de enraizamento do híbrido de álamo (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*), ao longo do sistema radicular com 60 cm de comprimento, foi observado que estacas obtidas a uma distância de 15 a 40 cm do colo da planta apresentaram maior eficiência no enraizamento (STENVALL et al., 2006), sugerindo a influência da posição de coleta nas respostas rizogênicas de estacas radiculares.

Tabela 4 – Porcentagem de enraizamento (PE), número e comprimento de raízes (NR e CR) em estacas radiculares juvenis basais, medianas e apicais de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) com 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento, aos 60 e 90 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010

	60 dias de avaliação			90 dias de avaliação		
	PE (%)	NR	CR (cm)	PE (%)	NR	CR (cm)
Posição						
Basal	15a*	0,33a	1,83a	18a	0,65a	5,82a
Mediana	16a	0,25a	3,45a	17a	0,41a	6,17a
Apical	02b	0,02b	0,56b	02 b	0,02b	0,83b
Comprimento						
5,0 cm	19a	0,37a	2,45a	19a	0,67a	4,76a
3,0 cm	13b	0,20ab	2,20ab	15b	0,38ab	4,24ab
1,0 cm	02c	0,02b	1,20b	02 c	0,02b	3,83b
Média	11	0,19	1,95	12	0,35	4,27
CV (%)	78,78	19,26	49,12	90,76	27,91	62,17

* Valores seguidos de letra diferente diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a porcentagem de brotação e o número de brotos, houve interação significativa ($p \leq 0,05$) entre a posição de coleta na raiz e o comprimento das estacas, aos 60 dias de avaliação. Os tratamentos constituídos por estacas radiculares basais com 3,0 e 5,0 cm de comprimento apresentaram a maior porcentagem de brotação (80%), diferindo significativamente dos demais tratamentos (Tabela 5). Também foi observado que estacas radiculares basais com

3,0 e 5,0 cm de comprimento apresentaram o maior número de brotos (1,20 e 1,35 brotos por estaca), mas sem diferirem das estacas radiculares medianas.

No sistema radicular, o diâmetro da estaca está relacionado com a posição, pois geralmente as raízes são mais grossas próximas ao colo da planta, tornando-se mais finas em direção à extremidade distal. O fato de os tratamentos formados por estacas basais e medianas apresentarem maior porcentagem de brotação pode estar relacionado com a quantidade de reservas presentes nessa porção da raiz. Além disso, células que possuem potencial endógeno para formação de raízes adquirem a competência reagindo a sinais específicos (e.g. fitohormônios, luz, temperatura) (GRATTAPAGLIA e MACHADO, 1998). Sendo assim, é possível que estacas basais e medianas de louro-pardo possuam maior quantidade de células responsivas à auxina.

Tabela 5 – Porcentagem de brotação (PB) e número de brotos (NB) em estacas radiculares juvenis basais, medianas e apicais de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) com 1,0; 3,0 e 5,0 cm de comprimento, aos 60 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010

Posição	PB (%)			NB		
	Comprimento das estacas (cm)			Comprimento das estacas (cm)		
	1,0	3,0	5,0	1,0	3,0	5,0
Basal	23Ba*	80Aa	80Aa	0,30Ba	1,20Aa	1,35Aa
Mediana	20Ba	53Ab	72Ab	0,20Ba	0,56Aa	0,68Aa
Apical	04Bb	20Ac	03Bc	0,10Aa	0,20Ab	0,03Ab
Média	39,44			0,51		
CV (%)	39,06			12,53		

*Valores seguidos de letra diferente (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Neste trabalho, não foi possível definir classes de diâmetro para a posição de coleta das estacas radiculares, pela variação na estrutura do sistema radicular das plantas utilizadas como fonte de propágulos. Entretanto, foi verificada correlação positiva entre o volume das estacas e o comprimento dos brotos e das raízes, aos 60 e 90 dias de avaliação (Figura 10). Esses resultados podem explicar o maior potencial de brotação das estacas radiculares de maior diâmetro e comprimento, já que o tamanho das estacas determina o teor de substâncias essenciais ao

desenvolvimento de gemas (HARTMANN et al., 2010). Para o crescimento das raízes, observou-se reduzida tendência crescente da linha de regressão, indicando que não existe forte relação entre o volume das estacas radiculares e o comprimento das raízes.

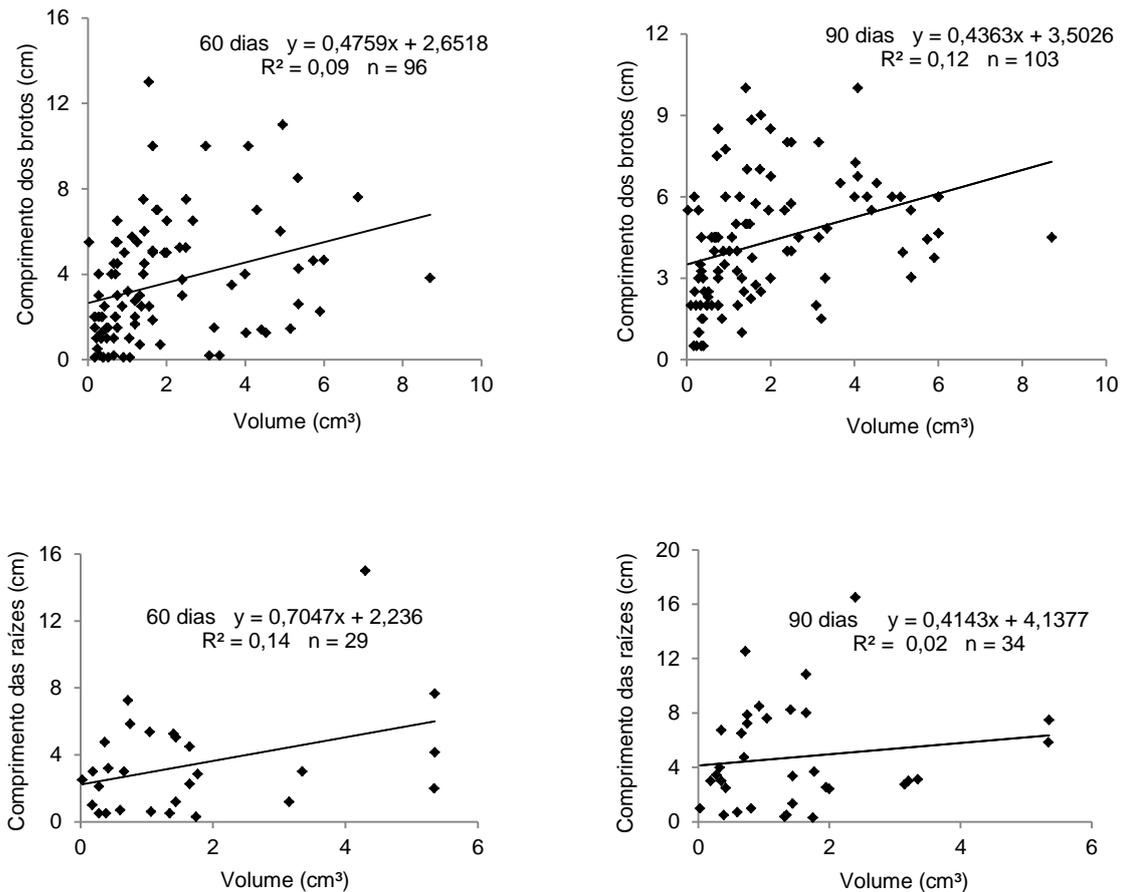


Figura 10 – Relação entre o volume das estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) e o comprimento dos brotos (superior), e relação entre o volume das estacas radiculares e o comprimento das raízes (inferior), aos 60 e 90 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010.

Não houve interação significativa ($p \leq 0,05$) entre a posição de coleta na raiz e o comprimento das estacas para a porcentagem de sobrevivência, aos 90 dias de avaliação. Estacas radiculares basais e medianas apresentaram os maiores índices de sobrevivência, sendo o mesmo verificado em estacas radiculares com 3,0 e 5,0 cm de comprimento (Figura 11). As estacas radiculares apicais apresentaram as menores taxas de sobrevivência, provavelmente pelo fato de serem tenras e

vulneráveis ao estresse hídrico (LIMA et al., 2006). O mesmo foi verificado com estacas radiculares com 1,0 cm de comprimento que, independente da posição de coleta, apresentaram baixo potencial de sobrevivência.

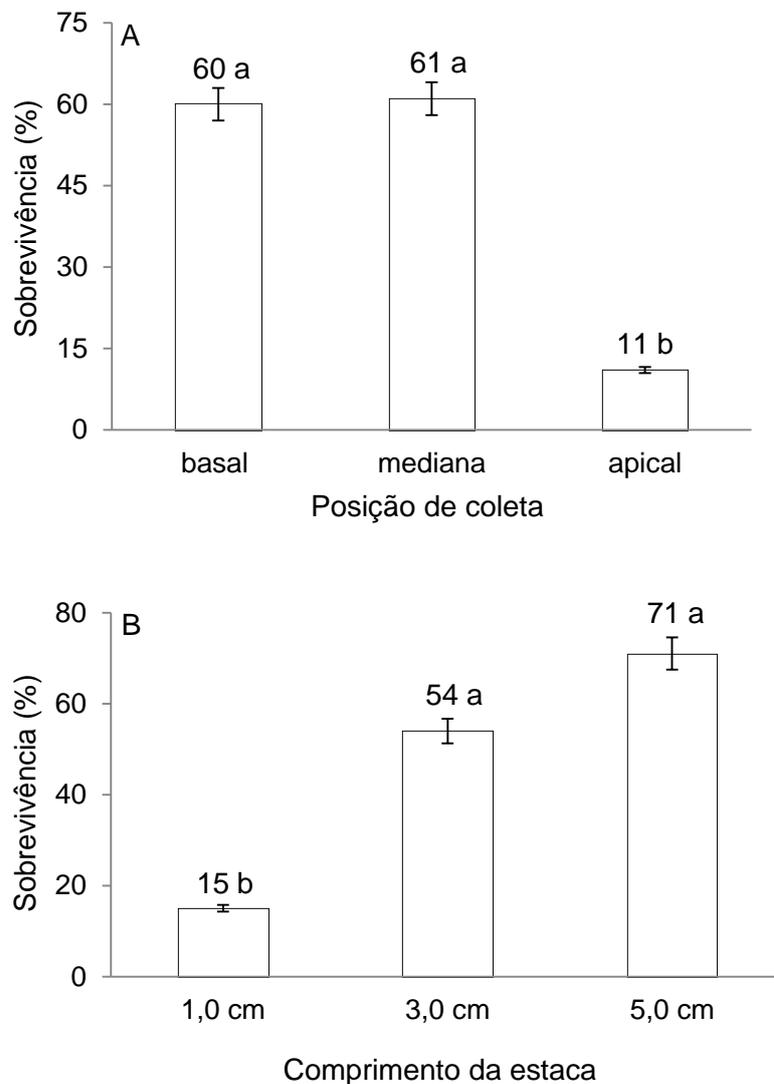


Figura 11 – Sobrevivência das estacas radiculares juvenis de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (A) e do comprimento das estacas (B), aos 90 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010.

Vale salientar que a idade cronológica da planta fornecedora dos propágulos pode ser fator limitante à propagação vegetativa por estaquia radicular (HARTMANN et al., 2010). Em figueira (*Ficus carica* L.), estacas radiculares provenientes de plantas com um ano de idade formaram raízes, mas não houve a indução de brotos

em nenhum dos tratamentos utilizados (PIO et al., 2008). Já as estacas radiculares no presente estudo, obtidas de plantas com três anos de idade, apresentaram a formação de brotos e raízes (Figura 12). A divergência desse resultado com os resultados obtidos neste estudo pode estar relacionado com o balanço auxina/citocinina, já que os níveis hormonais endógenos diferem em função da idade, da espécie e das características genéticas da planta matriz.



Figura 12 – Planta de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) formada pelo enraizamento de estaca radicular juvenil mediana com 5,0 cm de comprimento, aos 60 dias de avaliação (A). Planta de louro-pardo formada pelo enraizamento de estaca radicular juvenil basal com 5,0 cm de comprimento, aos 90 dias de avaliação (B). Santa Maria, RS, 2010.

3.4 Conclusão

Nas condições em que foram realizados os experimentos, estacas radiculares adultas de louro-pardo não formam raízes. É possível realizar a propagação vegetativa de louro-pardo utilizando propágulos radiculares juvenis. Estacas radiculares grossas apresentam maior potencial de brotação se comparadas às estacas radiculares finas. A aplicação de auxina favorece o enraizamento, sendo observadas as melhores respostas rizogênicas em estacas radiculares tratadas com 6000 mg L⁻¹ de AIB. Estacas radiculares basais e medianas de 3,0 a 5,0 cm de comprimento podem ser utilizadas para a propagação vegetativa do louro-pardo.

3.5 Referências bibliográficas

BONGA, J. M. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. In: BONGA, J. M.; DURZAN, D. J. (Eds.). **Tissue culture in forestry**. Boston: Martinus Nijhoff, Dr W Junk Publishers, 1982. p. 387-412.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 2, 2006, 628 p.

EDE, F. J.; AUGER, M.; GREEN, G. A. Optimising root cutting success in Paulownia spp. **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 72, n. 2, p. 179-185, 1997.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds.). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2005. 221 p.

FICK, T. A. **Estabelecimento *in vitro* e propagação de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel (louro-pardo)**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GHANI, A.; CAHALAN, C. M. Propagation of *Prunus avium* from root cuttings. **Forestry**, n. 64, v. 4, p.403-409, 1991.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. C.; BUSO, J. A (eds). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: CBAB-EMBRAPA, 1998, p. 183-260.

GREENWOOD, M. S.; WEIR, R. J. Genetic variation in rooting ability of loblolly pine cuttings: effects of auxin and family on rooting by hypocotyls cuttings. **Tree Physiology**, Victoria, v. 15, n. 1, p. 41-45, 1994.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 915 p.

HEBERLE, M. et al. Estaquia de louro-pardo. In: 14^a JORNADAS TÉCNICA FORESTALES Y AMBIENTALES, 2010, Misiones. **Anais...** UNaM: Misiones, 2010.

KIELSE, P. et al. Avanço nas pesquisas com louro-pardo visando à produção de mudas por propagação vegetativa In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS GRADUAÇÃO SUL BRASIL, 1., 2010, Florianópolis. **Anais ... I CICPG**: Florianópolis, 2010.

KY-DEMBELE, C. et al. Clonal propagation of *Detarium microcarpum* from root cuttings. **Silva Fennica**, v. 44, n. 5, p. 775-786, Nov. 2010.

LAWES, G. S.; SIM, B. L. Kiwifruit propagation from root cuttings. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v. 8, n. 3-4, p. 273-275, Jun. 1980.

LIMA, R. L. S. et al. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 83-86, abr. 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v. 1, 2008. 384 p.

NORBERTO, P. M. et al. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 533-541, maio/jun. 2001.

PENHA, A. S. **Propagação vegetativa de espécies arbóreas a partir de raízes gemíferas**: representatividade da estrutura fitossociológica e descrição dos padrões de rebrota de uma comunidade florestal, Campinas, São Paulo. 1998. 114 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

PERES, L. E. P.; KERBAUY, G. B. Controle hormonal do desenvolvimento das raízes. **Revista Universa**, Brasília, v. 8, p. 181-195, mar. 2000.

PIO, R. et al. Enraizamento de estacas radiculares de figueira 'roxo de valinhos' tratadas com AIB e dois métodos de imersão. **Scientia agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 111-115, 2008.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do RS, 1988. 525 p.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgar Blüncher, 1971. 294 p.

SCHIER, G. A.; ZASADA, J. C. Role of carbohydrate reserves in the development of roots suckers in *Populus tremuloides*. **Canadian Journal Forest Research**, v. 3, p. 234-250, 1973.

SKOOG, F.; MILLER, C. O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured *in vitro*. **Symposia of the Society for Experimental Biology**, v. 11, p. 118-231, 1957.

SNEDDEN, J. et al. Propagating trembling aspen from root cuttings: impact of storage length and phenological period of root donor plants. **New Forests**, v. 39, n. 2, p. 169-182, 2010.

STENVALL, N.; HAAPALA, T.; PULKKINEN, P. The role of a root cutting's diameter and location on the regeneration ability of hybrid aspen. **Forest Ecology and Management**, v. 237, p. 150-155, Dec. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 820 p.

4 CAPÍTULO II

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD.) POR MINIESTAQUIA

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.). No primeiro experimento, minicepas de origem assexuada (estaquia radicular), com oito meses de idade, e minicepas de origem seminal, com seis e doze meses de idade, foram estabelecidas em sistema de bandeja de polietileno contendo areia grossa, fertirrigado com três concentrações de solução nutritiva. O experimento foi um fatorial 3 x 3 (concentração da solução nutritiva x tipo de minicepa) no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições (minicepa) por tratamento. A produção de miniestacas por minicepa foi avaliada aos 30 e 60 dias. Para o enraizamento, as miniestacas foram tratadas ou não com 1000 mg L⁻¹ de ácido naftalenoacético (ANA), por 10 segundos. O delineamento um fatorial 3 x 2 (tipo de minicepa x aplicação de ANA) no delineamento em blocos casualizados, com três repetições de 10 miniestacas por repetição. A porcentagem de brotação, enraizamento e sobrevivência das miniestacas, o número de brotos e raízes e o comprimento das raízes foram avaliados aos 30 dias. No segundo experimento, miniestacas de louro-pardo, com e sem folha, obtidas de minicepas de origem assexuada e seminal, foram tratadas ou não em solução de 2000 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), por 10 segundos. O experimento foi um fatorial 2 x 2 x 2 (tipo de minicepa x doses de AIB x presença de folha) no delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições de cinco miniestacas por repetição. Aos 30 e 60 dias, foram avaliadas as variáveis descritas anteriormente. Os resultados indicaram que a concentração da solução nutritiva não influenciou a produção de miniestacas/minicepas. O uso de ANA e AIB não afetou o enraizamento das miniestacas. As minicepas de origem assexuada mostraram-se adequadas à propagação vegetativa de louro-pardo, pois apresentaram maior produtividade em minijardim clonal associada ao maior potencial de enraizamento das miniestacas, sem a necessidade de tratamento com auxina.

4.1 Introdução

No Brasil, o desenvolvimento da miniestaquia teve início na década de 90, para o gênero *Eucalyptus* e, desde então, tem sido possível a viabilidade técnica e econômica da produção massal de mudas com elevada qualidade genética e fitossanitária. Por outro lado, a produção de mudas de espécies florestais por miniestaquia ainda é um desafio, sobretudo, pela carência de estudos sobre o manejo e a condução de minijardim clonais formados por essas espécies. Para o louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud.), espécie arbórea nativa pertencente à família Boraginaceae, ainda não foi possível o estabelecimento de um

protocolo eficiente de propagação vegetativa, podendo a miniestaquia ser uma opção para a produção de mudas dessa espécie.

A miniestaquia tem se revelado uma técnica promissora para a produção de mudas de algumas espécies florestais nativas, entre as quais se destacam a corticeira-do-banhado (*Erythrina falcata* Benth.), erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), mogno (*Swietenia macrophylla* King.), jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* Raddi Kuntze) e angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* Benth. Brenan) (CUNHA et al., 2008; WENDLING et al., 2007; XAVIER et al., 2003; XAVIER e SANTOS, 2002). A metodologia consiste no uso de mudas propagadas por sementes ou pela estaquia convencional, que após poda drástica constituirá as minicepas fornecedoras dos propágulos vegetativos (brotações). Para isso, a planta é submetida à poda do ápice da parte aérea, formando-se a minicepa que, em intervalo de tempo variável em função da época do ano, do clone/espécie e das condições nutricionais, emite as brotações que serão utilizadas para a confecção das miniestacas, as quais serão colocadas para enraizar e formar as novas plantas (WENDLING, 1999). O conjunto de minicepas constitui o minijardim clonal, que pode ser implantado em vasos de polietileno, caixas de fibras de vidro ou em canaletões de fibro-cimento, contendo areia ou cascalho como substrato (HIGASHI et al., 2000).

O manejo nutricional do minijardim clonal é fundamental ao sucesso da miniestaquia, pois a concentração de macro e micronutrientes determina a produção de brotos nas minicepas (ALFENAS et al., 2009). Além disso, minicepas bem nutridas fornecem miniestacas mais responsivas ao enraizamento, pela maior disponibilidade de auxinas endógenas e carboidratos (ROSA, 2006). A concentração e a quantidade de solução nutritiva fornecida ao sistema dependerão da espécie, do tipo de recipiente utilizado para o estabelecimento do minijardim clonal, do sistema de fertirrigação e da época do ano. Segundo Higashi et al. (2000), não existe uma solução nutritiva padrão para todas as espécies e condições de cultivo, pois, apesar de os nutrientes serem os mesmos, as quantidades extraídas pela planta variam entre e dentro de cada espécie. A solução nutritiva deve conter os nutrientes essenciais ao desenvolvimento da planta e, no caso do *Eucalyptus* spp., recomenda-se a manutenção de 5,8 a 6,2 de pH, e a condutividade elétrica (CE) entre 1,5 e 4,0 mS/cm. Para espécies florestais nativas, excetuando-se a erva-mate

(*Ilex paraguariensis* Saint. Hill.), não há referências que abordem protocolos de manejo nutricional de minijardim clonal.

A formação de raízes adventícias é um processo complexo anatômica e fisiologicamente, associada à diferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais competentes para a formação de meristemas que originarão os primórdios radiculares (ALFENAS, et al., 2009). Entre os fatores que atuam nesse processo, o estímulo hormonal e a disponibilidade de fotoassimilados têm sido determinantes ao enraizamento adventício de espécies lenhosas (SMART et al., 2003). O ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA) são auxinas amplamente utilizadas para auxiliar a formação de raízes em estacas (HARTMANN et al., 2010). Epstein e Lavee (1984) mencionam que a preferência pelo AIB se deve à sua ação pouco tóxica para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações, além de ser fotoestável e pouco susceptível à ação dos sistemas enzimáticos de degradação das auxinas. O ANA também é uma auxina fotoestável e não degradado pelo sistema AIA-oxidase, mas apresenta a desvantagem de ser mais fitotóxico que o AIB.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes concentrações de solução nutritiva na produtividade de minicepas de louro-pardo, bem como da influência do ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento das miniestacas.

4.2 Material e métodos

Este trabalho foi conduzido em casa de vegetação do Núcleo de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, pertencente ao Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Realizaram-se dois experimentos de miniestaquia de louro-pardo, os quais foram conduzidos em minijardim estabelecido em bandejas de polietileno (55 x 34 x 15 cm) contendo areia grossa (leito de cultivo), com sistema fechado de cultivo. Cada bandeja foi composta por uma camada de brita média (3 cm), seguida de uma tela de polietileno (1 mm²) e uma camada de areia grossa (12 cm) (Figura 13). As bandejas possuem um tubo transversal de polivinil cloreto (PVC) de 2,5 cm de

diâmetro, com duas perfurações para distribuir a solução nutritiva no leito de cultivo. A solução nutritiva foi fornecida uma vez por dia, durante 15 minutos, com o auxílio de um programador digital e uma bomba de baixa vazão, até o completo encharcamento do substrato e formação de uma lâmina superficial de solução (fertirrigação por inundação), a qual era drenada por dois orifícios, um situado na base e outro na parte superior da bandeja. O pH da solução nutritiva foi mantido entre 5,0 e 5,5 e a condutividade elétrica em 1 dS m^{-1} .

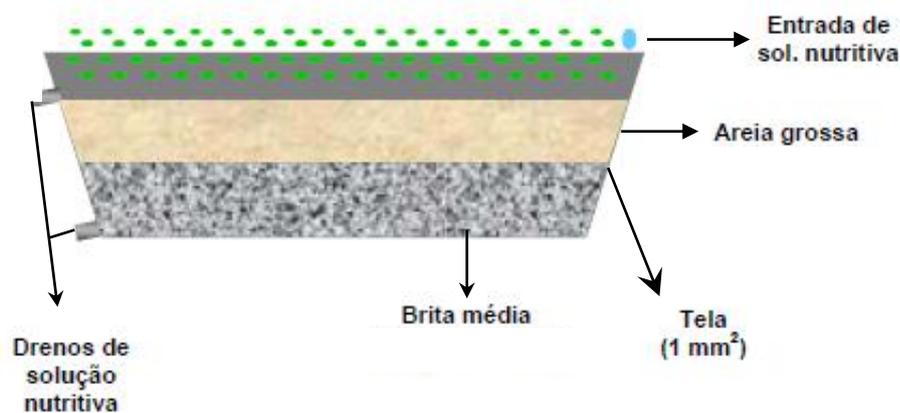


Figura 13 – Desenho esquemático do sistema fechado de cultivo em bandeja de polietileno (55 x 34 x 15 cm) com substrato areia grossa e fertirrigação por inundação. Fonte: BISOGNIN (2007).

4.2.1 Produtividade de minicepas e influência do ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo

Este trabalho foi desenvolvido durante os meses de outubro e novembro de 2010. O material vegetal foi constituído de mudas de louro-pardo de origem seminal, com seis e doze meses de idade, e por mudas de origem assexuada, com oito meses, produzidas pelo enraizamento de estacas radiculares. Para formar o minijardim clonal, as mudas de louro-pardo foram transplantadas para os leitos de areia grossa, e após 10 dias do estabelecimento no sistema, podadas a uma altura de 6,0 cm de sua base, obtendo-se as minicepas que forneceram as brotações

(Figura 14). Durante a condução do experimento, o uso de fungicidas nos minijardins clonais foi dispensado, por não ter sido verificada a ocorrência de patógenos.

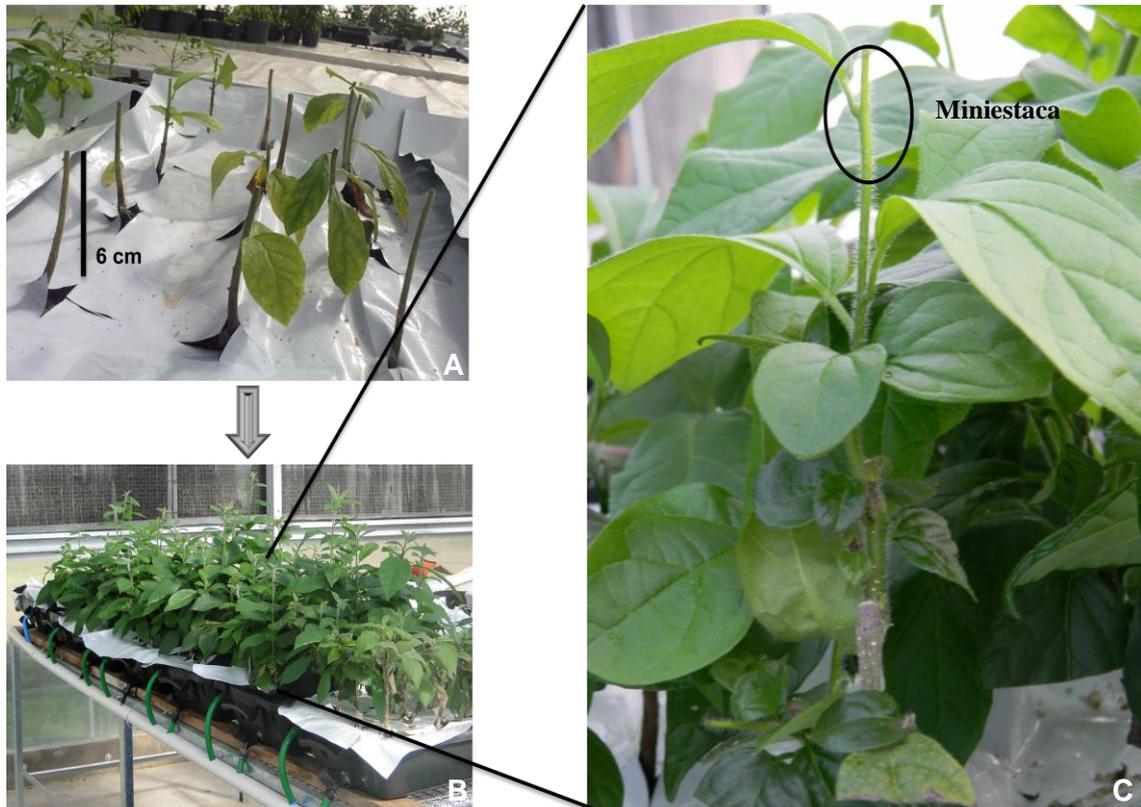


Figura 14 – Minicepas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) submetidas à poda drástica a 6,0 cm da base da planta, após 10 dias de estabelecimento no sistema (A). Minicepas de louro-pardo com emissão de novos brotos, aos 30 dias da poda drástica (B). Exemplar de broto utilizado para o preparo das miniestacas de gema única (C). Santa Maria, RS, 2010.

O minijardim clonal de louro-pardo, composto por 36 minicepas, foi fertirrigado com solução nutritiva modificada de Wendling et al. (2007)³, com 100% da concentração de sais e diluída para 75% e 50% da solução original. A solução completa foi constituída pelas seguintes quantidades de macronutrientes: 6,13 mmol L⁻¹ de nitrato de potássio; 10,0 mmol L⁻¹ de nitrato de cálcio (Calcinit);

³ A solução nutritiva com 100% da concentração de sais utilizada para fertirrigação do minijardim clonal de louro-pardo equivale à solução com 75% da concentração de sais utilizada em minijardim clonal de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hill.) (WENDLING et al., 2007). A solução original utilizada para erva-mate encontra-se no anexo C.

16,78 mmol L⁻¹ de sulfato de magnésio; 1,44 mmol L⁻¹ de nitrato de amônio; 1,39 mmol L⁻¹ de monofosfato de potássio; e 1,68 mmol L⁻¹ de ferro quelatizado 5%. Os micronutrientes foram adicionados à solução nutritiva (7,5 mL) em mistura previamente preparada contendo 0,15 mmol L⁻¹ de molibdato de sódio; 0,89 mmol L⁻¹ de ácido bórico; 1,25 mmol L⁻¹ de sulfato de cobre; 1,23 mmol L⁻¹ de sulfato manganês e 0,28 mmol L⁻¹ de sulfato de zinco.

Para avaliar a produção de miniestacas por minicepa, brotos foram coletados das minicepas de origem assexuada e seminal, estabelecidas no minijardim clonal fertirrigado com as três concentrações de solução nutritiva (Figura 15). Após, os brotos foram seccionados em miniestacas de gema única com, aproximadamente, 3 cm de comprimento, deixando-se uma folha reduzida a 25% do seu comprimento original. A primeira coleta dos brotos foi realizada 30 dias após a poda drástica das mudas (28/09/2010), e a segunda coleta aos 60 dias da poda.

Os minijardins clonais foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado, em fatorial 3 x 3 (solução nutritiva x tipo de minicepa), com quatro repetições de uma minicepa por repetição, totalizando quatro minicepas por tratamento. O número de miniestacas por minicepa foi avaliado aos 30 e 60 dias.

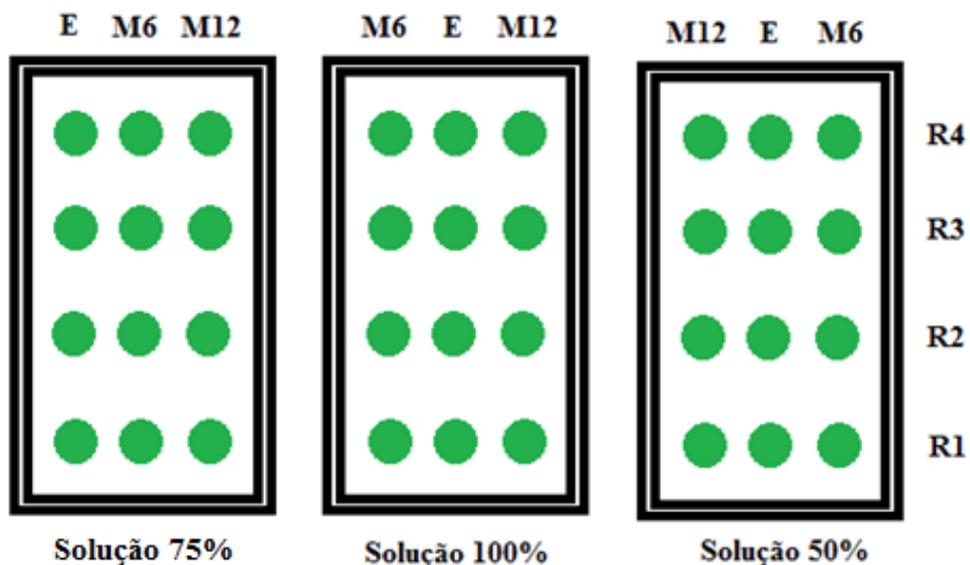


Figura 15 – Desenho esquemático do minijardim clonal de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) constituído por minicepas formadas por mudas produzidas pela estaquia radicular (E), e por minicepas de origem seminal com seis e 12 meses de idade (M6 e M12), fertirrigado com três concentrações de solução nutritiva.

Para o enraizamento, miniestacas de gema única (3,0 cm de comprimento) provenientes dos três tipos de minicepas foram tratadas ou não com 1000 mg L⁻¹ de ácido naftalenoacético (ANA), por 10 segundos, e cultivadas em bandejas de polietileno (55 x 34 x 15 cm) contendo substrato comercial à base de pinus, areia grossa e casca de arroz carbonizada (1:1:1 v/v/v). Para o preparo da solução de ANA, a auxina foi dissolvida em 50% de álcool etílico (98°GL) e diluída em 50% de água destilada. O tratamento controle foi constituído apenas por água destilada e álcool na proporção de 1:1 (v:v).

O experimento foi um fatorial 3 x 2 (tipo de minicepa x doses de ANA) no delineamento em blocos casualizados, com três repetições de 10 miniestacas por parcela. A porcentagem de brotação, enraizamento e sobrevivência das miniestacas, o número de brotos e raízes e o comprimento das raízes foram avaliados aos 30 dias.

4.2.2 Influência do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo

Este trabalho foi desenvolvido durante os meses de janeiro a março de 2012. A formação do minijardim clonal foi realizada conforme descrito no item 4.2.1, sendo utilizadas 36 mudas de louro-pardo de origem seminal e 36 mudas de origem assexuada (estaquia radicular), com dois anos de idade em ambos os tipos. A fertirrigação do sistema foi realizada com solução nutritiva modificada de Wendling et al. (2007), constituída pelas seguintes quantidades de macronutrientes: 4,59 mmol L⁻¹ de nitrato de potássio; 7,50 mmol L⁻¹ de nitrato de cálcio (Calcinit); 12,58 mmol L⁻¹ de sulfato de magnésio; 1,08 mmol L⁻¹ de nitrato de amônio; 1,04 mmol L⁻¹ de monofosfato de potássio; e 1,26 mmol L⁻¹ de ferro quelatizado 5%. Os micronutrientes foram adicionados à solução nutritiva (7,5 mL) em mistura previamente preparada contendo 0,11 mmol L⁻¹ de molibdato de sódio; 0,66 mmol L⁻¹ de ácido bórico; 0,93 mmol L⁻¹ de sulfato de cobre; 0,92 mmol L⁻¹ de sulfato manganês e 0,21 mmol L⁻¹ de sulfato de zinco.

Para o enraizamento, miniestacas de gema única (3,0 cm de comprimento), com e sem folha, coletadas das minicepas de origem assexuada e seminal, foram

tratadas ou não com 2000 mg L^{-1} de AIB, por 10 segundos, e cultivadas em bandejas de polietileno (55 x 34 x 15 cm) contendo substrato comercial à base de pinus, areia grossa e vermiculita (1:1:1 v/v/v). Para o preparo da solução de AIB, a auxina foi dissolvida em 50% de álcool etílico (98°GL) e diluída em 50% de água destilada. O tratamento controle foi constituído apenas por água destilada e álcool na proporção de 1:1 (v:v).

O experimento foi um fatorial $2 \times 2 \times 2$ (tipo de minicepa x doses de AIB x presença de folha) no delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições de cinco miniestacas por repetição. A porcentagem de brotação, enraizamento e sobrevivência das miniestacas, o número de brotos e raízes e o comprimento das raízes foram avaliados aos 30 e 60 dias.

4.2.3 Condições de cultivo

Os cultivos foram mantidos em câmara úmida, com umidade relativa do ar de, aproximadamente, 85%. No primeiro experimento, a irrigação foi fornecida por climatizador, acionado automaticamente 12 vezes ao dia por 15 minutos, com fluxo de ar de $10 \text{ m}^3/\text{min}$. No segundo experimento, a irrigação foi fornecida por microaspersão. A temperatura média no interior da câmara úmida foi de $27 \text{ }^\circ\text{C}$.

4.2.4 Análise estatística

Os experimentos foram analisados com o programa ESTAT (Unesp-Jaboticabal). Os dados foram submetidos à análise de variância, com médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Para atender aos pressupostos da normalidade, os dados de porcentagem foram transformados para arcoseno $\sqrt{x/100}$ e de contagem e comprimento para $\sqrt{x+0,5}$.

4.3 Resultados e discussões

4.3.1 Produtividade de minicepas e influência do ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo

Para o número de miniestacas por minicepa, não houve interação entre o tipo de minicepa e as concentrações de solução nutritiva utilizadas para a fertirrigação do minijardim clonal ($p \leq 0,05$). Foi verificada diferença significativa apenas para o tipo de minicepa. Na primeira coleta, a maior produção de miniestacas foi observada em minicepas formadas por mudas de origem seminal, com 12 meses de idade (3,41 miniestacas/minicepa), que não diferiram significativamente das minicepas de origem assexuada (2,08 miniestacas/minicepa) (Tabela 6). Na segunda coleta, as minicepas de origem assexuada foram mais produtivas (4,91 miniestacas/minicepa), sem diferirem significativamente das minicepas de origem seminal, com 12 meses de idade (4,75 miniestacas/minicepa). Comparando a primeira e a segunda coletas, as minicepas de louro-pardo apresentaram maior produção de miniestacas/minicepa na segunda coleta. Rosa (2006), em estudo de miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden, observou queda na produção das minicepas na segunda coleta, justificada por possível impacto da primeira coleta. Ao contrário desses resultados, as minicepas de louro-pardo mostraram-se mais produtivas na segunda coleta, sugerindo que a intensidade da primeira coleta foi adequada e não prejudicou a coleta subsequente.

A produtividade média das minicepas de origem assexuada e de origem seminal, com 12 meses de idade (3,48 e 4,08 miniestacas/minicepa) (Tabela 6), pode ser considerada satisfatória em sistema de minijardim clonal. Em minicepas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.), foi observada a produção de 1,3 miniestacas/minicepa (XAVIER et al., 2003). Em minijardim de *Eucalyptus dunnii*, a produtividade média foi de 2,2 miniestacas/minicepa (SOUZA JÚNIOR e WENDLING, 2003). Minicepas de espinheira santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex. Reissek) forneceram 3,48 miniestacas/minicepa na primeira coleta (LIMA et al., 2009). Em estudo de miniestaquia de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hill.), a produção média foi de 4,4 miniestacas/minicepa (WENDLING et al., 2007).

Tabela 6 – Número de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) coletadas de minicepas de origem assexuada e seminal, aos 30 e 60 dias após a poda drástica. Santa Maria, RS, 2010

Tipo de minicepa	Número de miniestacas/minicepa		
	Primeira coleta	Segunda coleta	Produtividade Média
Assexuada 8 meses	2,08ab*	4,91a	3,49
Seminal 12 meses	3,41a	4,75a	4,08
Seminal 6 meses	1,41b	2,25b	1,83
Média	2,29	3,96	
CV (%)	29,03	7,74	

* Valores seguidos de letra diferente na vertical diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Durante a condução do experimento, as minicepas de louro-pardo apresentaram 100% de sobrevivência, indicando que o manejo e a condução do minijardim clonal foram adequados. Em minijardim clonal de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer), também foi verificado 100% de sobrevivência das minicepas (XAVIER et al., 2003; SOUZA et al., 2009). Ferreira et al. (2010) observaram, em minijardim clonal de leiteiro (*Sapium glandulatum* Vell. Pax), apenas 5% de mortalidade de minicepas. No geral, os trabalhos de miniestaquia têm mostrado que minicepas de espécies florestais nativas apresentam satisfatório comportamento em minijardim clonal, sendo essa característica o ponto de partida ao sucesso da propagação vegetativa utilizando essa metodologia.

Para as porcentagens de brotação, enraizamento e sobrevivência das miniestacas, número e comprimento de brotos e raízes, foi verificada a influência apenas do tipo de minicepa ($p \leq 0,05$). Os tratamentos constituídos por miniestacas coletadas de minicepas de origem assexuada e de origem seminal, com seis meses de idade, apresentaram a maior porcentagem de enraizamento, com 37 e 15% de estacas enraizadas, respectivamente (Tabela 7). Similarmente, o maior número de raízes ocorreu em miniestacas coletadas de minicepas de origem assexuada e de origem seminal, com seis meses de idade (0,73 e 0,35 respectivamente). Já para o comprimento das raízes, foi verificado que miniestacas obtidas de minicepas de origem assexuada apresentaram maior crescimento, diferindo significativamente das miniestacas de origem seminal, com seis e 12 meses de idade.

Quando comparadas as respostas de enraizamento das miniestacas coletadas de minicepas de origem seminal, com seis e doze meses de idade, nota-se drástica redução do potencial rizogênico com o aumento da idade das plantas (Tabela 7). É conhecido que um dos maiores obstáculos ao entendimento da formação de raízes adventícias reside na dificuldade de identificar os fatores que atuam nesse processo. A maturação é um fenômeno que, geralmente, influencia a formação de raízes em estacas de espécies lenhosas, acarretando a redução ou, até mesmo, a perda da capacidade de enraizamento (HARTMANN et al., 2010). Xavier e Comério (1996) mencionam que, quanto mais juvenil for o propágulo vegetativo, maior será o sucesso do enraizamento, pois os tecidos desse tipo de material possuem maior aptidão à expressão morfogênica. Segundo Fachinello et al. (2005), plantas mais jovens apresentam menor conteúdo de inibidores e maior conteúdo de cofatores do enraizamento, fornecendo propágulos mais aptos à formação de raízes. No caso do louro-pardo, a maturação parece ser um fenômeno de forte influência no enraizamento, pois, comparando mudas de seis meses e doze meses de idade, o envelhecimento de seis meses acarretou redução de 13% no enraizamento das miniestacas.

Tabela 7 – Porcentagem de enraizamento (PE), número e comprimento das raízes (NR e CR) em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa, aos 30 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010

Tipo de minicepa	PE (%)	NR	CR (cm)
Assexuada 8 meses	37a*	0,73a	2,46a
Seminal 6 meses	15ab	0,35a	0,91b
Seminal 12 meses	02b	0,01b	1,20b
Média	18	0,39	1,52
CV (%)	75,84	26,69	37,83

* Valores seguidos de letra diferente diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O uso do ANA não influenciou as variáveis analisadas (Tabela 8). Esses resultados indicam que a aplicação de auxina exógena (1000 mg L⁻¹) não é necessária para o enraizamento das miniestacas de louro-pardo (Figura 16). No geral, apesar das respostas de brotação e enraizamento não diferirem entre os tratamentos com e sem ANA, nota-se que, numericamente, houve redução do

potencial morfogênico com o uso da auxina. Em miniestacas de leiteiro (*Sapium glandulatum* Vell.), tratadas com 0, 2000, 6000 e 8000 mg L⁻¹ de AIB ou ANA, foi verificado maior potencial de enraizamento (62%) no tratamento sem adição de auxina (FERREIRA et al., 2010). Similarmente, em erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hill.) houve 100% de enraizamento nos tratamentos constituídos por miniestacas não tratadas com auxina.

Tabela 8 – Respostas de brotação e enraizamento de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função das doses de ácido naftalenoacético (ANA), avaliadas aos 30 dias. Santa Maria, RS, 2010

ANA (mg L ⁻¹)	PB(%)	NB	CB (cm)	PE (%)	NR	CR (cm)
0	37a*	0,35a	0,93a	22a	0,41a	1,85a
1000	29a	0,22a	0,98a	14a	0,32a	2,13a
Média	33	0,28	0,95	18	0,36	1,99
CV (%)	48,64	10,99	26,48	75,84	26,69	37,83

* Valores seguidos de letra igual não se diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. PE = porcentagem de enraizamento, NR = número de raízes, CR = comprimento das raízes, PB = porcentagem de brotação, NB = número de brotos, CB = comprimento dos brotos.

As miniestacas de louro-pardo apresentaram baixo potencial de enraizamento, que pode estar relacionado à época de coleta dos propágulos. A taxa de enraizamento de miniestacas pode variar em função da época do ano, pois a sazonalidade está diretamente relacionada ao teor de carboidratos armazenados na planta matriz (PAIVA e GOMES, 2005). Os carboidratos livres (carboidratos solúveis) e os carboidratos de armazenamento (amidos ou carboidratos insolúveis) são importantes no enraizamento, por serem fontes de energia e de carbono para a síntese de substâncias essenciais para formação dos primórdios radiculares. Em espécies consideradas de fácil enraizamento a formação de raízes ocorre independente da época do ano de coleta (HARTMANN et al., 2010). No entanto, há indícios que o louro-pardo seja uma espécie de difícil enraizamento, pelo baixo potencial rizogênico apresentado pelas miniestacas utilizadas neste trabalho (18%), associado à dificuldade de enraizamento observado em estudos utilizando explantes de plântulas de louro-pardo cultivadas *in vitro* (HEBERLE et al., 2010; FICK, 2007).

Para a porcentagem de brotação e o número de brotos, foi observado que as miniestacas coletadas de minicepas de origem assexuada e de origem seminal, com

seis meses, mostraram-se superiores se comparadas àquelas obtidas de minicepas de origem seminal com 12 meses de idade (Tabela 9). A maior porcentagem de sobrevivência também ocorreu no tratamento constituído por miniestacas obtidas de minicepas de origem assexuada e de origem seminal, com seis meses de idade, sendo observados 55 e 33% de sobrevivência, respectivamente.

Tabela 9 – Porcentagem de brotação (PB), número de brotos (NB) e sobrevivência (S) de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa, aos 30 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2010

Tipo de minicepa	PB (%)	NB	S (%)
Assexuada 8 meses	48a*	0,53a	55a
Seminal 6 meses	30ab	0,29ab	33ab
Seminal 12 meses	05b	0,05b	04b
Média	27	0,29	30,66
CV (%)	48,64	10,99	52,75

* Valores seguidos de letra diferente diferem-se pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Segundo Oliveira et al. (2006), a definição do propágulo vegetativo ideal interfere na aptidão à brotação e enraizamento, possibilitando a obtenção de plantas com parte aérea e sistema radicular vigorosos e o melhor desenvolvimento da muda no campo (OLIVEIRA et al., 2006). Ao se considerar a produtividade das minicepas associada ao potencial de enraizamento das miniestacas de louro-pardo, observa-se que minicepas de origem assexuada se mostraram mais adequadas. As minicepas de louro-pardo de origem seminal, com seis meses, apesar de terem fornecido miniestacas com potencial de enraizamento similar às miniestacas coletadas de minicepas de origem assexuada, apresentaram baixa produção de miniestacas.

4.3.2 Influência do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de louro-pardo

Miniestacas de louro-pardo coletadas de minicepas de origem assexuada e de origem seminal, sem a presença de folha, apresentaram 100% de mortalidade.

Em algumas espécies, a presença de folhas favorece a sobrevivência das estacas, tanto pela síntese de carboidratos durante o processo de fotossíntese, quanto pelo fornecimento de auxinas e cofatores do enraizamento que são transportados para a base das estacas (HARTMANN et al., 2010). No caso do louro-pardo, as miniestacas sem folha não apresentaram a formação de raízes, tendo como consequência a não sobrevivência das mesmas. Sendo assim, as análises estatísticas foram realizadas considerando apenas os tratamentos formados por miniestacas com folhas.

Para a porcentagem de enraizamento, foi verificada interação significativa entre o tipo de minicepa e as doses de AIB ($p \leq 0,05$), aos 60 dias de avaliação. O tratamento constituído por miniestacas de louro-pardo não tratadas com AIB, coletadas de minicepas de origem assexuada, apresentaram a maior porcentagem de enraizamento (53%), mas não diferiu significativamente do tratamento constituído por miniestacas tratadas com AIB, coletadas no mesmo tipo de minicepa (Figuras 16 e 17).

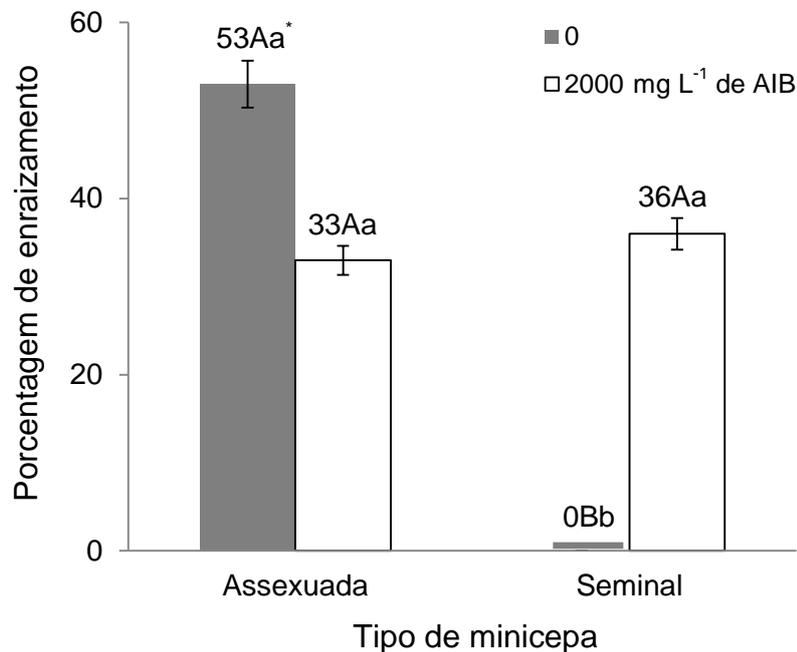


Figura 16 – Porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias. *As médias seguidas de mesma letra maiúscula entre os tratamentos no mesmo tipo de minicepa e de letras minúsculas entre os tipos de minicepa, dentro de um mesmo tratamento, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Desse modo, as miniestacas de louro-pardo obtidas de minicepas de origem assexuada mostraram-se aptas ao enraizamento, não justificando o uso de auxina exógena para induzi-lo. Por outro lado, as miniestacas não tratadas com AIB, coletadas de minicepas de origem seminal, não apresentaram a formação de raízes, indicando que o uso da auxina foi determinante ao enraizamento desse tipo de material vegetal. Segundo Taiz e Zeiger (2008), as auxinas sintéticas podem atuar no estabelecimento da competência e determinação nas células-alvo, possibilitando a formação de meristemas caulinares e/ou radiculares.

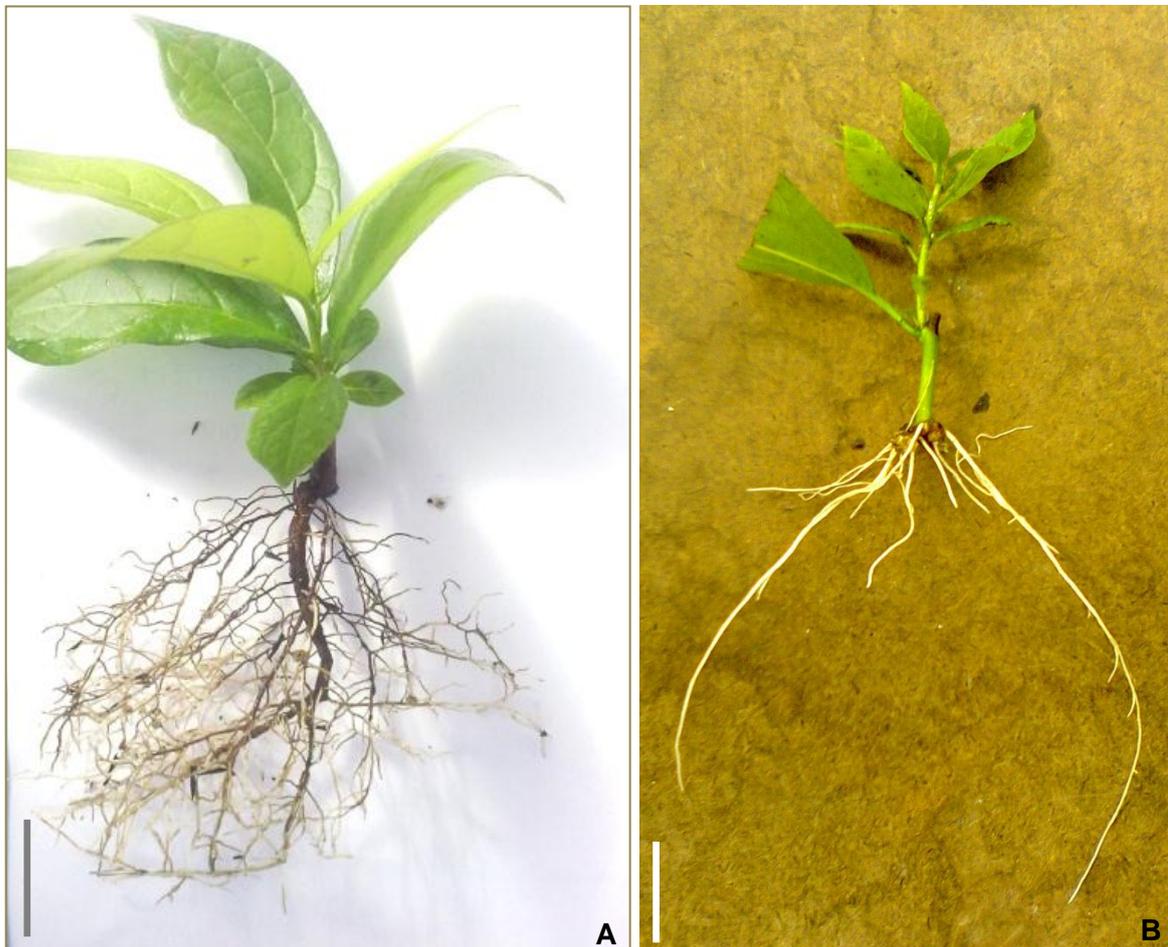


Figura 17 – Planta de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) formada pelo enraizamento de miniestaca não tratada com ácido naftalenoacético (ANA), obtida de minicepa de origem assexuada com seis meses de idade (A). Planta de louro-pardo formada pelo enraizamento de miniestaca não tratada com ácido indolbutírico (AIB), obtida de minicepa de origem assexuada, com 60 dias de idade (B). Barra = 3,0 cm. Santa Maria, RS, 2012.

O número de raízes não foi influenciado pelo tipo de minicepa e pelas doses de AIB ($p \leq 0,05$), aos 30 e 60 dias de avaliação. Já o comprimento das raízes foi afetado pelo uso da auxina, sendo observadas em miniestacas tratadas com AIB raízes mais compridas, independente do tipo de minicepa (Figura 18). Pacheco (2007) menciona que, o maior comprimento das raízes em estacas tratadas com AIB, pode estar relacionado com alterações na extensibilidade da parede celular, pela ativação das expansinas. As expansinas são proteínas que provocam o “afrouxamento” das ligações não covalentes entre os polissacarídeos da parede celular. A ativação das expansinas depende da ação das auxinas sobre as proteínas H^+ -ATPases da membrana plasmática, sendo essa atividade aumentada em presença de auxinas (TAIZ e ZEIGER, 2008).

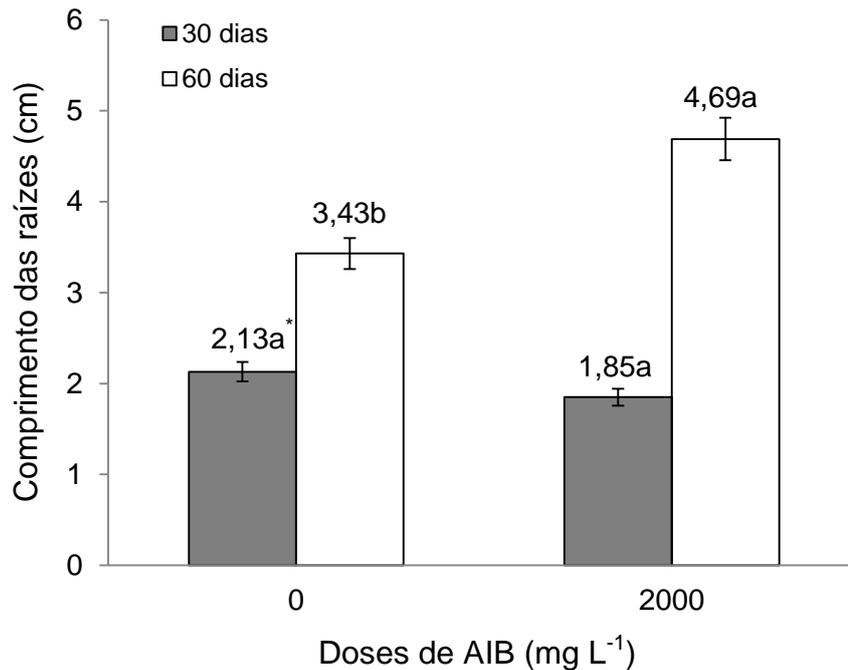


Figura 18 – Comprimento das raízes formadas em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função das doses de indolbutírico (AIB), aos 30 e 60 dias de avaliação. * As médias seguidas de mesma letra, entre os tratamentos, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a formação de raízes adventícias são necessários certos níveis de substâncias endógenas, a exemplo do ácido indolacético (AIA), que é um hormônio

sintetizado especialmente nas gemas apicais e folhas jovens, movendo-se através da estaca no sentido ápice - base (HARTMANN et al., 2010). Os cofatores de enraizamento atuam sinergicamente com as auxinas, e são sintetizados em maior quantidade nas gemas e folhas jovens de estacas provenientes de plantas jovens (FACHINELLO et al., 2005). Em miniestacas de louro-pardo coletadas de minicepas de origem assexuada, a presença da folha, com 25% do seu comprimento original, parece ter sido suficiente para a produção de auxinas e demais substâncias que favorecem o enraizamento.

Para a porcentagem de brotação e número de brotos, houve interação significativa entre o tipo de minicepa e as doses de AIB ($p \leq 0,05$), aos 30 dias de avaliação. Os tratamentos constituídos por miniestacas não tratadas com AIB, coletadas de minicepas de origem assexuada, apresentaram a maior porcentagem de brotação (87%) e o maior número de brotos (0,86 broto por miniestaca) (Tabela 10). A iniciação de brotos e raízes é um processo influenciado pela interação de diversos fatores, entre os quais se destacam as auxinas e citocininas endógenas (SMART et al., 2003), sendo a formação de brotos favorecida quando a relação auxina/citocinina é baixa (HARTMANN et al., 2010).

Tabela 10 – Porcentagem de brotação (PB), número de brotos (NB) em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido indolbutírico (AIB), aos 30 dias de avaliação. Santa Maria, RS, 2012

Tipo de minicepa	PB (%)		NB	
	AIB (mg L ⁻¹)		AIB (mg L ⁻¹)	
	0	2000	0	2000
Assexuada	87Aa*	36Bb	0,86Aa	0,36Bb
Seminal	66Aa	77Aa	0,66Aa	0,76Aa
Média	76,5	74,5	0,76	0,56
CV (%)	30,50		9,12	

*Valores seguidos de letra diferente (maiúscula na horizontal e minúscula na vertical) diferem-se pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A sobrevivência das miniestacas não foi influenciada pelo tipo de minicepa e pelas doses de AIB ($p \leq 0,05$). As miniestacas de louro-pardo apresentaram média de 92,5 e 69% de sobrevivência, aos 30 e 60 dias respectivamente. Esses

resultados foram superiores aos resultados obtidos em miniestacas de leiteiro (*Sapium glandulatum* Vell.), nos quais foi observada média de 7,54% de sobrevivência no tratamento com 2000 mg L⁻¹ de AIB, justificada por possível efeito tóxico da auxina (FERREIRA et al., 2010). Fachinello et al. (2005) mencionam que o uso de auxina favorece o enraizamento adventício até uma dose máxima, a partir da qual provoca efeito fitotóxico. Neste estudo, a dose de 2000 mg L⁻¹ de AIB não se mostrou tóxica às miniestacas de louro-pardo.

4.4 Conclusão

A produtividade das minicepas de louro-pardo não foi influenciada pelas diferentes concentrações de solução nutritiva. Minicepas de origem assexuada mostraram-se adequadas à propagação vegetativa de louro-pardo, pois apresentaram maior produtividade em minijardim clonal associado ao maior potencial de enraizamento das miniestacas, sem a necessidade de tratamento auxínico.

4.5 Referências bibliográficas

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 500 p.

BISOGNIN, D. A. Produção de plantas matrizes de morangueiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDROPÔNICO DE MORANGUEIRO, 2007. Santa Maria. **Anais...** UFSM: Santa Maria, p. 9-17, 2007.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 85-92, jan./mar. 2008.

EPSTEIN, E.; LAVEE, S. Conversion of indole-3-butyric acid to indole-3-acetic acid by cuttings of grapevine (*Vitis vinifera*) and olive (*Olea europea*). **Plant and Cell Physiology**, v. 25, p. 697-703, 1984.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2005. 221 p.

FERREIRA, A. et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FICK, T. A. **Estabelecimento *in vitro* e propagação de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel (louro-pardo)**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 915 p.

HEBERLE, M. et al. Estaquia de louro-pardo. In: 14ª JORNADAS TÉCNICA FORESTALES Y AMBIENTALES, 2010, Misiones. **Anais...** UNaM: Misiones, 2010.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e evolução no Brasil**. Piracicaba: IPEF, 2000. 11p. (Circular Técnica, 192)

LIMA, D. M. de. et al. Enraizamento de miniestacas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) em diferentes substratos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 617-623, mar./abr. 2009.

OLIVEIRA, M. L. et al. Efeito da estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação do desempenho silvicultural de clones híbridos de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.503-512, 2006.

PACHECO, J. P. **Estaquia de *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo)**. 2007, 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 46 p. (Caderno didático, 83)

ROSA, L. S. da. **Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

SMART, D. R. et al. Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 21, p. 296-314, 2003.

SOUZA, J. C. A. V. de et al. Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 205-213, mar./abr. 2009.

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via miniestaquia de material juvenil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 46, p. 21-30, jan./jun. 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 820 p.

WENDLING, I. **Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia**. 1999, 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

WENDLING, I.; DUTRA, L.F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292, fev. 2007.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência da miniestaquia seriada no vigor radicular de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 681-689, 2005.

XAVIER, A. et al. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, abr. 2003.

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

XAVIER, A.; SANTOS, G.A. Clonagem em espécies florestais. In: ROCHA, M.G.B. (Org.). **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. 1. ed. Belo Horizonte: DDPS/IEF, 2002, v. 1, p. 125-162.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. D.; OLIVEIRA, M. L. D. Enraizamento de miniestacas caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003.

5 CONSIDERAÇÕES GERAIS

No presente estudo, foi observado que propágulos radiculares adultos de louro-pardo coletados no mês de março (verão) não se mostraram aptos ao enraizamento. A aplicação de AIB (4000, 8000 e 12000 mg L⁻¹) não possibilitou a indução de raízes nas estacas radiculares, sendo observada apenas a presença de brotos no tratamento sem a presença da auxina.

Propágulos radiculares coletados de plantas de louro-pardo com três anos de idade mostraram-se pouco aptos ao enraizamento, sendo necessário o uso de AIB para maximizar a formação de raízes adventícias. Também foi observado que a posição de coleta na raiz e o comprimento das estacas influenciam a brotação e o enraizamento adventício. Estacas radiculares juvenis basais e medianas, com 3,0 a 5,0 cm de comprimento, apresentaram boas respostas de brotação e enraizamento. Dentro deste intervalo, o uso de estacas menores maximiza o processo de produção de mudas, pelo aumento do número de estacas por planta. Assim, ao se considerar o potencial produtivo, as estacas radiculares juvenis de louro-pardo devem ser confeccionadas com 3,0 cm de comprimento. Estacas radiculares apicais devem ser eliminadas do processo, pelo baixo potencial morfogenético apresentado por este tipo de material.

No minijardim clonal de louro-pardo, a produtividade não foi afetada pelas concentrações de solução nutritiva utilizadas na fertirrigação. Entretanto, ao se considerar a viabilidade econômica do processo de produção de mudas, recomenda-se o uso de solução nutritiva com a menor concentração de sais (50%). As minicepas de louro-pardo, tanto de origem assexuada quanto de origem seminal, apresentam adequado comportamento no sistema, com vigorosa emissão de brotos e ausência de patógenos. No entanto, o uso de minijardim clonal formado por minicepas de louro-pardo de origem assexuada se mostrou mais indicado, por apresentar maior produtividade associada ao maior potencial de enraizamento das miniestacas, sem a necessidade do uso de ácido indolbutírico (AIB) ou ácido naftalenoacético (ANA).

Estudos adicionais devem ser realizados quanto à influência do estado fenológico das árvores no enraizamento de estacas radiculares adultas, pela coleta

de propágulos em diferentes épocas do ano, visando elucidar aspectos relacionados com as alterações fisiológicas que possam estar atuando nesse processo. Propágulos radiculares juvenis coletados de mudas de louro-pardo podem ser utilizados para a produção de plantas que serão estabelecidas em minijardim clonal. As minicepas de louro-pardo forneceram miniestacas aptas ao enraizamento, mas são necessários estudos adicionais que abordem a influência da sazonalidade, do ponto de coleta dos brotos e do ambiente de enraizamento nas respostas rizogênicas, para viabilizar o processo de produção de mudas por miniestaquia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2009. 500 p.

ALMEIDA, F. D. et al. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 455-463, 2007.

APPEZZATO-DA-GLORIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, A. M. **Anatomia vegetal**. 2. ed., Viçosa: UFV, 2006. 438 p.

BARBEDO, C. J. et al. Tolerância à dessecação e armazenamento de sementes de *Caesalpinia echinata* Lam. (pau-brasil), espécie da Mata Atlântica. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 431-439, dez. 2002.

BIASI, L. A. et al. Potencial organogenético de tecidos caulinares e radiculares de caquizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 29-34, abr. 2002.

BISOGNIN, D. A. Produção de plantas matrizes de morangueiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDROPÔNICO DE MORANGUEIRO, 2007. Santa Maria. **Anais...** UFSM: Santa Maria, p. 9-17, 2007.

BONGA, J. M. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. In: BONGA, J. M.; DURZAN, D. J. (Eds.). **Tissue culture in forestry**. Boston: Martinus Nijhoff, Dr W Junk Publishers, 1982. p. 387-412.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5. ed. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

BRACK, P.; KINUPP, V. F.; SOBRAL, M. E. G. Levantamento preliminar de espécies frutíferas de árvores e arbustos nativos com uso atual ou potencial do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agroecologia**, Brasília, v. 2, n. 1, p. 1769-1772, fev. 2007.

BREMER et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, p. 105-121, Oct. 2009.

BRONDANI, G. E. et al. Ambiente de enraizamento e substrato na miniestaqueia de erva-mate. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 257-267, 2007.

CARVALHO, P. E. R. Louro-pardo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 17, p. 63-66, dez. 1988.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, v. 2, 2006, 628 p.

CASTRO, P. R. C. Mecanismo de ação auxínica. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 36, p. 621-634, 1979.

CIELO-FILHO, R. et al. Aspectos botânicos como subsídio para a interpretação ambiental na Trilha do Jerivá: Estação Ecológica ... **Instituto Florestal**, São Paulo, v. 41, p. 19-34, maio 2010.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaqueia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 85-92, jan./mar. 2008.

DIAS, J. P. T. **Propagação de amoreira-preta (*Rubus* spp.) via brotação de estacas radiciais e enraizamento com a utilização de reguladores vegetais**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2011.

EDE, F. J.; AUGER, M.; GREEN, G. A. Optimising root cutting success in Paulownia spp. **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 72, n. 2, p. 179-185, 1997.

ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 886-889, mai./jun. 2007.

EPSTEIN, E.; LAVEE, S. Conversion of indole-3-butyric acid to indole-3-acetic acid by cuttings of grapevine (*Vitis vinifera*) and olive (*Olea europea*). **Plant and Cell Physiology**, v. 25, p. 697-703, 1984.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 312 p.

ETCHEVERRY, A. V.; ALEMÁN, C. E. T. Reproductive biology of *Erithrina falcata* (Fabaceae: Papilionoideae). **Biotrópica**, v. 37, p. 54-63, 2005.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2005. 221 p.

FERREIRA, M. **Terminologia de melhoramento genético florestal**. Curitiba: EMBRAPA/URPFCS, 1982. 9 p.

FERREIRA, A. et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FICK, T. A. **Estabelecimento *in vitro* e propagação de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel (louro-pardo)**. 2007. 63 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

FICK, T. A. et al. Estabelecimento e crescimento *in vitro* de plântulas de louro-pardo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 343-349, 2007.

FELIPPI, M. **Morfologia e silvicultura de espécies arbóreas da floresta estacional decidual**. 2010. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

FLORIANO, E. P. **Produção de mudas clonais por via assexuada**. Santa Rosa: [s.n.], 2004. 37 p. (Caderno Didático, 3).

GHANI, A.; CAHALAN, C. M. Propagation of *Prunus avium* from root cuttings. **Forestry**, n. 64, v. 4, p.403-409, 1991.

GONZAGA, A. L. **Madeira: uso e conservação**. Brasília: IPHAN/MONUMENTA. 2006. 246p. (Cadernos Técnicos, 6).

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. C.; BUSO, J. A (eds). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: CBAB-EMBRAPA, 1998, p. 183-260.

GREENWOOD, M. S.; WEIR, R. J. Genetic variation in rooting ability of loblolly pine cuttings: effects of auxin and family on rooting by hypocotyls cuttings. **Tree Physiology**, Victoria, v. 15, n. 1, p. 41-45, 1994.

GUIA, S. M. C. et al. Avaliação da propagação de *Mentha villosa* pelo método de estacas de raiz. In: XII ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, VIII MOSTRA DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2007, Taubaté. **Anais...** Taubaté: UNITAU, 2007.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIES, T. D., HAISSIG, B. E., SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1987. p. 11-28.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 2010. 915 p.

HAYASHI, A. H. Morfo-anatomia de sistemas subterrâneos de espécies herbáceo-subarborescentes e arbóreas, enfatizando a origem das gemas caulinares. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 5, n.1, 2003.

HEBERLE, M. et al. Estaquia de louro-pardo. In: 14ª JORNADAS TÉCNICA FORESTALES Y AMBIENTALES, 2010, Misiones. **Anais...** UNaM: Misiones, 2010.

HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; IKEDA, A. C. O melhoramento florestal e a propagação vegetativa nos novos cenários. In: I SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PLANTAS, 2011, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/ MPVP, p. 300-308, 2011.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. A.; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus***: princípios básicos e evolução no Brasil. Piracicaba: IPEF, 2000. 11p. (Circular Técnica, 192)

HODGE, J.; POWELL, A. **The propagation of Aspen from root cuttings**. 2004. Disponível em: <http://www.treesforlife.org.uk/tfl.aspen_propagation.html>. Acesso em: 05 fev. 2012.

INSTITUTO HÓRUS. **Desenvolvimento sustentável na Reserva Biológica do Ibirapuitã-RS**. Disponível em:<http://www.institutohorus.org.br/index.php?modulo=trabalhos_realizados_desenvolvimento_sustentado>. Acesso em: 23 jun. 2011.

KAGEYAMA, P. Y. et al. Potencialidades e restrições da regeneração artificial na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1., 1992. Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, p. 1-7, 1992.

KIELSE, P. et al. Avanço nas pesquisas com louro-pardo visando à produção de mudas por propagação vegetativa In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS GRADUAÇÃO SUL BRASIL, 1., 2010, Florianópolis. **Anais ... I CICPG:** Florianópolis, 2010.

KUNIYOSHI, Y.S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com araucária.** 1983. 233 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1983.

KY-DEMBELE, C. et al. Clonal propagation of *Detarium microcarpum* from root cuttings. **Silva Fennica**, v. 44, n. 5, p. 775-786, Nov. 2010.

LAWES, G. S.; SIM, B. L. Kiwifruit propagation from root cuttings. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture**, v. 8, n. 3-4, p. 273-275, Jun. 1980.

LIMA, D. M. de. et al. Enraizamento de miniestacas de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reissek) em diferentes substratos. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 617-623, mar./abr. 2009.

LIMA, M. L. **Germinação *in vitro*, ontogenia de gemas radiculares e brotos adventícios de *Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stoven – Rubiaceae.** 2003. 62 p. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

LIMA, R. L. S. et al. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 83-86, abr. 2006.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** 5. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, v. 1, 2008. 384 p.

MAINI, J. S. The relationship between the origin of adventitious buds and the orientation of *Populus tremuloides* root cuttings. **Bulletin of the Ecological Society of America**, v. 49, n. 2, p. 81-82, 1968.

MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. Regeneração *in vitro* de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 93-101, 2001.

MARCHIORI, J. N. C. **Elementos de Dendrologia**. 2. Ed. Santa Maria: UFSM, 2004. 176 p.

MARTINS, L.; LAGO, A. A. do; SALES, W. R. M. Conservação de sementes de ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex A. DC.) standl.) em função do teor de água das sementes e da temperatura do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 2, out. 2009.

NEVES, T. S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

NORBERTO, P. M. et al. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p. 533-541, maio/jun. 2001.

NORMANLY, J. Auxin Metabolism. **Physiologia Plantarum**, v. 100, p. 431-442, July 1997.

OFORI, D. A. et al. Vegetative propagation of *Milicia excelsa* by root cuttings. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 9, p. 124-127, Aug. 1996.

OLIVEIRA, M. L. et al. Efeito da estaquia, miniestaquia, microestaquia e micropropagação do desempenho silvicultural de clones híbridos de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.503-512, 2006.

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

PACHECO, J. P. **Estaquia de *Luehea divaricata* Mart. (açoita-cavalo)**. 2007, 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2005. 46 p. (Caderno didático, 83)

PENHA, A. S. **Propagação vegetativa de espécies arbóreas a partir de raízes gemíferas**: representatividade da estrutura fitossociológica e descrição dos padrões de rebrota de uma comunidade florestal, Campinas, São Paulo. 1998. 114 f. Dissertação (Mestrado em Biologia) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

PERES, L. E. P.; KERBAUY, G. B. Controle hormonal do desenvolvimento das raízes. **Revista Universa**, Brasília, v. 8, p. 181-195, mar. 2000.

PINTO, L. S. et al. Indução do enraizamento de estacas de araticum-de-porco pela aplicação de fitorreguladores. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 4, n. 1-2, p. 41-45, 2003.

PIO, R. et al. Enraizamento de estacas radiculares de figueira 'roxo de valinhos' tratadas com AIB e dois métodos de imersão. **Scientia agraria**, Curitiba, v. 9, n. 1, p. 111-115, 2008.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do RS, 1988. 525 p.

REMADE. **Influência dos tratamentos silviculturais na qualidade da madeira**. 2003. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=415&subject=Silvicultura&title=Influ%EAncia%20dos%20tratamentos%20silviculturais%20na%20qualidade%20da%20madeira>. Acesso em: 26 jul. 2011.

RIZZINI, C. T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil**: manual de dendrologia brasileira. São Paulo: Edgar Blüncher, 1971. 294 p.

RODIGHERI, H. R. Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais, sistemas agroflorestais e cultivos agrícolas. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília: Embrapa Florestas, 2000, p. 209-219.

ROSA, L. S. da. **Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2006.

SANTANA, H. V. **Propagação de fruta-pão a partir de estacas de raiz**. 37 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2010.

SCHAITZA, E.; PEREIRA, J. C. D.; MATTOS, P. P. Reflorestamento: a poupança verde do proprietário rural. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Brasília: Embrapa Florestas, 2000, p. 312 – 322.

SCHIER, G. A.; ZASADA, J. C. Role of carbohydrate reserves in the development of roots suckers in *Populus tremuloides*. **Canadian Journal Forest Research**, v. 3, p. 234-250, 1973.

SCHORR, M. **Desenvolvimento Sustentável para o Vale do Ribeira Municípios de Itaperuçu, Cerro Azul e Dr. Ulisses – Estado do PR**. 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/TrabSchorr.htm>>. Acesso em: 08 mar. 2012.

SFB. **Florestas do Brasil 2010 em resumo**. Brasília: Serviço Florestal Brasileiro. MMA. 2011. 156p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sfb/_arquivos/livro_de_bolso_sfb_mma_2010_web_95.pdf>. Acesso em: 24/09/2011.

SILVA, D. B. et al. Propagação vegetativa de *Brosimum gaudichaudii* Tréc. (mama-cadela) por estacas de raízes. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, n. 13, v. 2, p. 151-156, 2011.

SKOOG, F.; MILLER, C. O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured *in vitro*. **Symposia of the Society for Experimental Biology**, v. 11, p. 118-231, 1957.

SMART, D. R. et al. Dormant buds and adventitious root formation by *Vitis* and other woody plants. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 21, p. 296-314, 2003.

SMITH, L. B. Boragináceas. In: REITZ, P.R. (ed.). **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1970, p. 85.

SNEDDEN, J. et al. Propagating trembling aspen from root cuttings: impact of storage length and phenological period of root donor plants. **New Forests**, v. 39, n. 2, p. 169-182, 2010.

SOUZA, J. C. A. V. de et al. Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 3, n. 2, p. 205-213, mar./abr. 2009.

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

SOUZA JUNIOR, L.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via miniestaquia de material juvenil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 46, p. 21-30, jan./jun. 2003.

STENVALL, N.; HAAPALA, T.; PULKKINEN, P. Effect of genotype, age and treatment of stock plants on propagation of hybrid aspen (*Populus tremula* x *Populus tremuloides*) by root cuttings. **Scandinavian Journal Forest Research**, v. 19, p. 303-311, Feb. 2004.

STENVALL, N.; HAAPALA, T.; PULKKINEN, P. The role of a root cutting's diameter and location on the regeneration ability of hybrid aspen. **Forest Ecology and Management**, v. 237, p. 150-155, Dec. 2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 820 p.

TEIXEIRA, V. A. **Memória Cultural e Propagação de ipeca (*Psychotria ipecacuanha* (Brot.) Stoven em Cáceres – MT**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2008.

TELLES, C. A.; BIASI, L. A. Organogênese do caquizeiro a partir de ápices meristemáticos, segmentos radiculares e foliares. **Acta Science Agronomica**, Maringá, n. 27, v. 4, p. 581-586, out./dez. 2005.

TITON, M. et al. Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 619-625, 2003.

THOMPSON, E.; CLARK, J. R.; ROM, C .R. Propagation of thornless blackberries utilizing adventitious shoots from root cuttings. **Horticultural Studies**, 520, [s.n.], 2003.

VILHALVA, D. A. A.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Morfoanatomia da raiz tuberosa de *Vernonia oxylepis* Sch. Bip. In Mart. ex Baker – Asteraceae. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, n. 20, n. 3, p. 591-598, jul./set. 2006.

WADT, P. G. S. **Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2003. 29 p. (Documentos, 90).

WEBER, L. W. et al. Crescimento do louro-pardo, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud., na depressão central do estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 169-176, 2002.

WENDLING, I. **Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia**. 1999, 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. **Produção de mudas de espécies lenhosas**. Colombo: Embrapa, 2006. 54 p. (Comunicado técnico, 130)

WENDLING, I.; DUTRA, L.F.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292, fev. 2007.

WENDLING, I.; PINTO JÚNIOR, J. E. A ampliação dos cultivos clonais e da demanda por mudas de espécies florestais. In: I SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO E PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE PLANTAS, 2011, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, p.293-299, 2011.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**. v. 8, n. 1, p. 187-194, jan./ dez. 2001.

WENDLING, I; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 475-480, 2003.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência da miniestaquia seriada no vigor radicular de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 681-689, 2005.

XAVIER, A. et al. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, abr. 2003.

XAVIER, A. **Silvicultura Clonal I: Princípios e Técnicas de Propagação Vegetativa**. UFV: Viçosa, 2002. 272 p.

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

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. D.; OLIVEIRA, M. L. D. Enraizamento de miniestacas caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003.

XAVIER, A.; SANTOS, G.A. Clonagem em espécies florestais. In: ROCHA, M.G.B. (Org.). **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. 1. ed. Belo Horizonte: DDPS/IEF, 2002, v. 1, p. 125-162.

Apêndice A

Apêndice A1 – Diâmetro e volume das estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) confeccionadas com 1,0 cm de comprimento e classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basal, mediana e apical.

Estacas basais		Estacas medianas		Estacas apicais	
Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)	Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)	Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)
0,64	0,32	0,61	0,29	0,28	0,06
0,99	0,76	0,91	0,65	0,51	0,20
1,14	1,02	0,50	0,19	0,59	0,27
0,20	0,03	0,90	0,63	0,55	0,23
1,20	1,13	0,45	0,15	0,38	0,11
1,09	0,93	0,56	0,24	0,66	0,34
1,40	1,53	0,54	0,22	0,33	0,08
1,20	1,13	0,82	0,52	0,25	0,05
0,95	0,70	0,98	0,75	0,37	0,10
1,25	1,22	0,45	0,15	0,51	0,20
1,07	0,89	0,69	0,37	0,37	0,10
1,28	1,28	0,40	0,12	0,27	0,05
0,58	0,26	0,44	0,15	0,35	0,09
1,66	2,16	0,42	0,13	0,28	0,06
1,33	1,38	0,71	0,39	0,27	0,05
0,69	0,37	0,35	0,09	0,34	0,09
1,01	0,80	0,47	0,17	0,50	0,19
0,58	0,26	0,69	0,37	0,52	0,21
1,32	1,36	0,30	0,07	0,35	0,09
1,34	1,40	1,02	0,81	0,46	0,16
0,63	0,31	0,60	0,28	0,68	0,36
0,51	0,20	1,08	0,91	0,29	0,06
0,92	0,66	0,51	0,20	0,26	0,05
1,15	1,03	0,56	0,24	0,29	0,06
0,98	0,75	0,88	0,60	0,66	0,34
0,58	0,26	0,49	0,18	0,27	0,05
1,17	1,07	0,92	0,66	0,51	0,20
0,79	0,48	0,92	0,66	0,53	0,22
0,97	0,73	0,92	0,66	0,41	0,13
1,23	1,18	1,01	0,80	0,48	0,18

Apêndice A2 – Diâmetro e volume das estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) confeccionadas com 3,0 cm de comprimento e classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basal, mediana e apical.

Estacas basais		Estacas medianas		Estacas apicais	
Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)	Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)	Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)
1,56	5,73	0,84	1,65	0,20	0,09
0,78	1,41	0,56	0,72	0,15	0,05
0,74	1,26	0,60	0,84	0,29	0,20
0,75	1,32	0,45	0,45	0,27	0,17
0,78	1,41	0,46	0,48	0,47	0,51
0,51	0,60	0,34	0,27	0,27	0,17
0,82	1,56	0,41	0,39	0,16	0,06
0,73	1,23	0,50	0,57	0,21	0,10
0,79	1,44	0,75	1,32	0,33	0,25
0,76	1,35	0,87	1,77	0,18	0,07
1,51	5,34	0,39	0,33	0,22	0,11
1,15	3,09	0,53	0,66	0,38	0,33
0,91	1,95	0,75	1,32	0,20	0,09
0,79	1,44	0,87	1,77	0,63	0,93
0,79	1,44	0,68	1,08	0,21	0,10
1,07	2,67	0,53	0,66	0,20	0,09
0,75	1,32	0,52	0,63	0,37	0,30
1,37	4,41	0,50	0,57	0,31	0,22
0,38	0,33	0,91	1,95	0,59	0,81
1,32	4,08	0,93	2,01	0,29	0,18
1,39	4,53	0,61	0,87	0,60	0,84
1,71	6,87	1,25	3,66	0,54	0,66
0,87	1,77	1,17	3,21	0,55	0,69
0,72	1,20	0,25	0,14	0,22	0,11
1,34	4,02	0,70	1,14	0,23	0,12
1,00	2,34	0,66	1,02	0,22	0,11
1,45	4,95	0,60	0,84	0,21	0,10
1,60	6,00	0,41	0,39	0,21	0,10
1,03	2,49	0,57	0,75	0,27	0,17
0,84	1,65	0,57	0,75	0,21	0,10

Apêndice A3 – Diâmetro e volume das estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) confeccionadas com 5,0 cm de comprimento e classificadas quanto à posição de coleta na raiz em basal, mediana e apical.

Estacas basais		Estacas medianas		Estacas apicais	
Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)	Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)	Diâmetro (cm)	Volume (cm ³)
0,72	2,00	1,17	5,35	0,24	0,22
1,23	5,90	0,44	0,75	0,20	0,15
1,12	4,90	0,30	0,35	0,25	0,24
0,65	1,65	0,33	0,42	0,40	0,60
0,27	0,28	0,56	1,20	0,19	0,14
0,43	0,70	0,43	0,70	0,16	0,10
0,45	0,75	0,82	2,6	0,25	0,24
1,17	5,35	0,22	0,18	0,21	0,17
0,80	2,50	0,93	3,35	0,21	0,17
1,49	8,70	0,55	1,15	0,19	0,14
1,88	13,8	0,19	0,14	0,19	0,14
0,88	3,00	0,32	0,40	0,17	0,11
0,67	1,75	0,62	1,50	0,28	0,30
0,90	3,15	0,92	3,30	0,18	0,12
1,24	6,00	0,72	2,00	0,37	0,50
1,01	4,00	0,79	2,40	0,22	0,18
0,79	2,40	1,05	4,30	0,21	0,17
0,49	0,90	0,45	0,75	0,21	0,17
0,63	1,55	0,80	2,50	0,16	0,10
0,99	3,80	0,56	1,20	0,19	0,14
0,65	1,65	0,35	0,48	0,18	0,12
0,77	0,34	0,69	1,85	0,21	0,17
0,30	0,35	0,27	0,28	0,20	0,15
0,52	1,05	0,42	0,65	0,22	0,18
1,15	5,15	1,14	5,10	0,16	0,10
0,45	0,75	0,31	0,37	0,25	0,24
-	-	0,48	0,90	0,19	0,14
-	-	0,30	0,35	0,28	0,28
-	-	0,48	0,90	0,20	0,20
-	-	0,49	0,90	0,16	0,16

Apêndice B

Apêndice B1 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	106.8218	106.8218	0.6736 NS
AIB	3	3362.2543	1120.7514	7.0672 **
DIÂMETRO X AIB	3	698.4840	232.8280	1.4682 NS
TRATAMENTOS	7	4167.5601	595.3657	
BLOCOS	7	1134.2685	162.0384	1.0218 NS
RESÍDUO	49	7770.6479	158.5847	

Apêndice B2 – Resumo da análise de variância para o número de brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	0.0097	0.0097	1.0393 NS
AIB	3	0.2105	0.0702	7.5399 **
DIÂMETRO X AIB	3	0.0308	0.0103	1.1042 NS
TRATAMENTOS	7	0.2509	0.0864	
BLOCOS	7	0.0358	0.0123	1.3266 NS
RESÍDUO	49	0.4559	0.0093	

Apêndice B3 – Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	0.1683	0.1683	1.0807 NS
AIB	3	1.3530	0.4510	2.8968 **
DIÂMETRO X AIB	3	0.2479	0.0826	0.5308 NS
TRATAMENTOS	7	1.7693	0.2528	
BLOCOS	7	1.2071	0.1724	1.1075 NS
RESÍDUO	49	7.6290	0.1557	

Apêndice B4 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	734.9499	734.9499	2.8701 NS
AIB	3	2182.2295	727.4098	2.8407 **
DIÂMETRO X AIB	3	573.4255	191.1418	0.7465 NS
TRATAMENTOS	7	3490.6050	498.6579	
BLOCOS	7	2000.6772	285.8110	1.1162 NS
RESÍDUO	49	12547.3059	256.0675	

Apêndice B5 – Resumo da análise de variância para o número de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	0.0507	0.0507	0.8696 NS
AIB	3	0.5761	0.1920	3.2961 **
DIÂMETRO X AIB	3	0.1550	0.0517	0.8867 NS
TRATAMENTOS	7	0.7817	0.1117	
BLOCOS	7	0.5957	0.0851	1.4609 NS
RESÍDUO	49	2.8546	0.0583	

Apêndice B6 – Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	0.3935	0.3935	1.3373 NS
AIB	3	1.0349	0.3450	1.1723 NS
DIÂMETRO X AIB	3	1.3948	0.4649	1.5800 NS
TRATAMENTOS	7	2.8232	0.4033	
BLOCOS	7	2.9360	0.4194	1.4254 NS
RESÍDUO	49	14.4187	0.2943	

Apêndice B7 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	1927.9895	1927.9895	8.9992 **
AIB	3	8887.7274	2962.5758	13.8283 **
DIÂMETRO X AIB	3	678.7607	226.2536	1.0561 NS
TRATAMENTOS	7	11494.4776	1642.0682	
BLOCOS	7	1375.7131	196.5304	0.9173 NS
RESÍDUO	49	10497.7372	214.2395	

Apêndice B8 – Resumo da análise de variância para o número de brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	0.0815	0.0815	6.7172 **
AIB	3	0.6608	0.2203	18.1602 **
DIÂMETRO X AIB	3	0.0321	0.0107	0.8831 NS
TRATAMENTOS	7	0.7744	0.1106	
BLOCOS	7	0.0718	0.0103	0.9173 NS
RESÍDUO	49	0.5943	0.0121	

Apêndice B9 – Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	0.0815	2.3278	10.2822 **
AIB	3	3.6498	1.2166	5.3739 **
DIÂMETRO X AIB	3	0.0107	0.1945	0.8593 NS
TRATAMENTOS	7	6.5612	0.9373	
BLOCOS	7	0.9005	0.1286	0.5682 NS
RESÍDUO	49	11.0932	0.2264	

Apêndice B10 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	30.6630	30.6630	0.1166 NS
AIB	3	1877.7374	625.9125	2.3807 NS
DIÂMETRO X AIB	3	1029.5941	343.1980	1.3054 NS
TRATAMENTOS	7	2937.9945	419.7135	
BLOCOS	7	1914.8834	273.5548	1.0405 NS
RESÍDUO	49	12882.4707	262.9076	

Apêndice B11 – Resumo da análise de variância para o número de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	0.1384	0.1384	1.6536 NS
AIB	3	0.7784	0.2595	3.1013 **
DIÂMETRO X AIB	3	0.1498	0.0499	0.5970 NS
TRATAMENTOS	7	1.0666	0.1524	
BLOCOS	7	0.6037	0.0862	1.0308 NS
RESÍDUO	49	4.0997	0.0837	

Apêndice B12 – Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	8.6267	8.6267	0.1166 NS
AIB	3	0.8273	0.2758	0.6724 NS
DIÂMETRO X AIB	3	0.6369	0.2123	0.5177 NS
TRATAMENTOS	7	10.0908	1.4415	
BLOCOS	7	4.0277	0.5754	1.4031 NS
RESÍDUO	49	20.0937	0.4101	

Apêndice B13 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do diâmetro (grossas e finas) e das doses de ácido indolbutírico (0, 2000, 4000 ou 6000 mg L⁻¹), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
DIÂMETRO	1	937.4873	937.4873	3.3549 NS
AIB	3	1965.9320	655.3107	2.3451 NS
DIÂMETRO X AIB	3	345.0375	115.0125	0.4116 NS
TRATAMENTOS	7	3248.4569	464.0653	
BLOCOS	7	3362.1382	480.3055	1.7188 NS
RESÍDUO	49	13692.5367	279.4395	

Apêndice B14 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	16143.695	8071.8476	38.5370 **
COMPRIMENTO	2	8087.8328	4043.9164	19.3067 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	3612.1970	903.0493	4.3114 **
TRATAMENTOS	8	27843.7251	3480.4656	
BLOCOS	5	1235.9827	247.1965	1.1802 NS
RESÍDUO	40	8378.2790	209.4570	

Apêndice B15 – Resumo da análise de variância para o número de brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	1.4589	0.7294	48.2876 **
COMPRIMENTO	2	0.6119	0.3059	20.2527 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	0.4370	0.1093	7.2326 **
TRATAMENTOS	8	2.5078	0.3135	
BLOCOS	5	0.0693	0.0139	0.9175 NS
RESÍDUO	40	0.6043	0.0151	

Apêndice B16 – Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	9.1411	4.5705	29.2363 **
COMPRIMENTO	2	4.8107	2.4054	15.3864 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	1.6037	0.4009	2.5647 NS
TRATAMENTOS	8	15.5555	1.9444	
BLOCOS	5	2.3908	0.4782	3.0587 NS
RESÍDUO	40	6.2532	0.1563	

Apêndice B17 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	1734.6694	867.3347	5.4698 **
COMPRIMENTO	2	1897.7751	948.8876	5.9841 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	1210.0911	302.5228	1.9079 NS
TRATAMENTOS	8	4842.5356	605.3170	
BLOCOS	5	1165.0483	233.0097	1.4695 NS
RESÍDUO	40	6342.6724	158.5668	

Apêndice B18 – Resumo da análise de variância para o número de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	0.2875	0.1437	5.7066 **
COMPRIMENTO	2	0.3604	0.1802	7.1545 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	0.1541	0.0385	1.5294 NS
TRATAMENTOS	8	0.8019	0.1002	
BLOCOS	5	0.1089	0.0218	0.8651 NS
RESÍDUO	40	1.0074	0.0252	

Apêndice B19 – Resumo da análise de variância para o comprimento de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	4.1571	2.0786	6.9501 **
COMPRIMENTO	2	3.0448	1.5224	5.0904 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	2.8304	0.7076	2.3660 NS
TRATAMENTOS	8	10.0323	1.2540	
BLOCOS	5	2.3037	0.4607	1.5406 NS
RESÍDUO	40	11.9628	0.2991	

Apêndice B20 – Resumo da análise de variância para a sobrevivência de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	16075.8080	8037.9040	34.8832 **
COMPRIMENTO	2	11139.4264	5569.7132	24.1717 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	2035.0576	508.7644	2.2080 NS
TRATAMENTOS	8	29250.2921	3656.2865	
BLOCOS	5	1123.6057	224.7211	0.9753 NS
RESÍDUO	40	9216.9246	230.4231	

Apêndice B21 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotações de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 90 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	14406.1327	7203.0664	30.0352 **
COMPRIMENTO	2	8046.5596	4023.2798	16.7762 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	1979.2614	494.8154	2.0633 NS
TRATAMENTOS	8	24431.9538	3053.9942	
BLOCOS	5	426.5455	85.3091	0.3557 NS
RESÍDUO	40	9592.8301	239.8208	

Apêndice B22 – Resumo da análise de variância para o número de brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	2.4439	1.2219	20.7814 **
COMPRIMENTO	2	1.1977	0.5989	10.1850 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	0.6751	0.1688	2.8703 **
TRATAMENTOS	8	4.3167	0.5396	
BLOCOS	5	0.1699	0.0340	0.5780 NS
RESÍDUO	40	2.3520	0.0588	

Apêndice B23 – Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	13.9348	6.9674	41.2523 **
COMPRIMENTO	2	3.1453	1.5727	9.3113 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	0.9056	0.2264	1.3405 NS
TRATAMENTOS	8	17.9857	2.2482	
BLOCOS	5	0.4307	0.0861	0.5100 NS
RESÍDUO	40	6.7559	0.1689	

Apêndice B24 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 90 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	2072.8683	1036.4341	5.4265 **
COMPRIMENTO	2	2011.5559	1005.7780	5.2660 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	798.8694	199.7174	1.0457 NS
TRATAMENTOS	8	4883.2936	610.4117	
BLOCOS	5	966.4881	193.2976	1.0121 NS
RESÍDUO	40	7639.8036	190.9951	

Apêndice B25 – Resumo da análise de variância para o número de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	0.7333	0.3666	6.2968 **
COMPRIMENTO	2	0.6097	0.3048	5.2355 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	0.4091	0.1023	1.7563 NS
TRATAMENTOS	8	1.7520	0.2190	
BLOCOS	5	0.1640	0.0328	0.5633 NS
RESÍDUO	40	2.3291	0.0582	

Apêndice B26 – Resumo da análise de variância para o comprimento de raízes em estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliado aos 90 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	7.6814	3.8407	5.4887 **
COMPRIMENTO	2	5.6039	2.8019	4.0042 **
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	3.0203	0.7551	1.0791 NS
TRATAMENTOS	8	16.3056	2.0382	
BLOCOS	5	4.0693	0.8139	1.1631 NS
RESÍDUO	40	27.9899	0.6997	

Apêndice B27 – Resumo da análise de variância para a sobrevivência de estacas radiculares de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função da posição de coleta na raiz (basais, medianas e apicais) e do comprimento das estacas (1,0; 3,0 e 5,0 cm), avaliada aos 90 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
POSIÇÃO	2	841.5965	841.5965	2.9057 NS
COMPRIMENTO	2	1953.9557	651.3186	2.2487 NS
POSIÇÃO X COMPRIMENTO	4	505.3386	168.4462	0.5816 NS
TRATAMENTOS	8	3300.8909	471.5558	
BLOCOS	5	3128.0106	446.8587	1.5428 NS
RESÍDUO	40	14192.3538	28.0000	

Apêndice 28 – Resumo da análise de variância para a produção de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das concentrações de solução nutritiva, avaliada 30 dias após a poda drástica das mudas.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	0.8102	0.4051	1.8602 NS
SOLUCAO NUTRITIVA	2	2.2178	1.1089	5.0918 **
MINICEPA X SOLUCAO NUTRITIVA	4	0.0635	0.0159	0.0729 NS
TRATAMENTOS	8	3.0915	0.3864	
RESIDUO	27	5.8801	0.2178	

Apêndice B29 – Resumo da análise de variância para a produção de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das concentrações de solução nutritiva, avaliada 60 dias após a poda drástica das mudas.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	0.0808	0.0404	1.5853 NS
SOLUCAO NUTRITIVA	2	3.0120	1.5060	59.0776 **
MINICEPA X SOLUCAO NUTRITIVA	4	0.1538	0.0384	1.5081 NS
TRATAMENTOS	8	3.2467	0.4058	
RESIDUO	27	0.6883	0.0255	

Apêndice B30 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	4108.4843	2054.2421	9.7953 **
ANA	1	406.4000	406.4000	1.9378 NS
MINICEPA X ANA	2	197.6888	98.844	0.4713 NS
TRATAMENTOS	5	4712.5731	942.5146	
BLOCOS	2	1084.3916	542.1958	2.5854 NS
RESIDUO	10	2097.1800	209.7180	

Apêndice B31 – Resumo da análise de variância para o número de brotos por miniestaca de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), e avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	0.2168	0.1084	11.6546 **
ANA	1	0.0203	0.0203	2.1775 NS
MINICEPA X ANA	2	0.0114	0.0057	0.6149 NS
TRATAMENTOS	5	0.2485	0.0497	
BLOCOS	2	0.0609	0.0304	3.2712 NS
RESIDUO	10	0.0930	0.0093	

Apêndice B32 – Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacetico (ANA), e avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	0.3536	0.1768	2.2952 NS
ANA	1	0.0052	0.0052	0.0675 NS
MINICEPA X ANA	2	0.1490	0.0745	0.9673 NS
TRATAMENTOS	5	0.5078	0.1016	
BLOCOS	2	0.4080	0.2040	2.6486 NS
RESÍDUO	10	0.7703	0.070	

Apêndice B33 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacético (ANA), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	3053.4046	1526.7023	6.3778 **
ANA	1	161.0752	161.0752	0.6729 NS
MINICEPA X ANA	2	215.0769	107.5385	0.4492 NS
TRATAMENTOS	5	3429.5568	685.9114	
BLOCOS	2	157.6952	78.8476	0.3294 NS
RESIDUO	10	2393.7767	239.3777	

Apêndice B34 – Resumo da análise de variância para o número de raízes por miniestaca em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacético (ANA), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	0.4186	0.2093	3.6555 NS
ANA	1	0.0105	0.0105	0.1826 NS
MINICEPA X ANA	2	0.1813	0.0906	1.5833 NS
TRATAMENTOS	5	0.6103	0.1221	
BLOCOS	2	0.0097	0.0049	0.0849 NS
RESIDUO	10	0.5725	0.0573	

Apêndice B35 – Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacético (ANA), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	2.7363	1.3681	7.7450 **
ANA	1	0.0178	0.0178	0.1008 NS
MINICEPA X ANA	2	0.0705	0.0352	0.1995 NS
TRATAMENTOS	5	2.8246	0.5649	
BLOCOS	2	0.0115	0.0058	0.0326 NS
RESIDUO	10	1.7665	0.1766	

Apêndice B36 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacético (ANA), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	2	4306.3852	2153.1926	8.4158 **
ANA	1	317.7262	317.7262	1.2418 NS
MINICEPA X ANA	2	276.7450	138.3725	0.5408 NS
TRATAMENTOS	5	4900.8563	980.1713	
BLOCOS	2	795.8525	397.9263	1.5553 NS
RESIDUO	10	2558.5060	255.8506	

Apêndice B37 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses de ácido naftalenoacético (ANA), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	285.7646	285.7646	0.8962 NS
AIB	1	1435.8790	1435.8790	4.5029 **
MINICEPA X AIB	1	3352.9752	3352.9752	10.5150 **
TRATAMENTOS	31	5074.6188	1691.5396	
RESIDUO	20	6377.5067	318.8753	

Apêndice B38– Resumo da análise de variância para o número de brotos por miniestaca de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	0.0167	0.0167	1.7455 NS
AIB	1	0.0568	0.0568	5.9361 **
MINICEPA X ANA	1	0.1258	0.1258	13.1388 **
TRATAMENTOS	3	0.1993	0.0664	
RESIDUO	20	0.1915	0.0096	

Apêndice B39 – Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	0.0062	0.0062	0.2796 NS
AIB	1	0.0602	0.0602	2.6937 NS
MINICEPA X AIB	1	0.0080	0.0080	0.3568 NS
TRATAMENTOS	3	0.0744	0.0248	
RESIDUO	20	0.4467	0.0223	

Apêndice B40 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	209.6730	209.6730	1.5501 NS
AIB	1	567.1725	567.1725	4.1930 NS
MINICEPA X AIB	1	26.4689	26.4689	0.1957 NS
TRATAMENTOS	3	803.3145	267.7715	
RESIDUO	20	2705.3395	135.2670	

Apêndice B41 – Resumo da análise de variância para o número de raízes em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	0.0328	0.0328	2.5619 NS
AIB	1	0.0354	0.0354	2.7684 NS
MINICEPA X AIB	1	0.0068	0.0068	0.5308 NS
TRATAMENTOS	3	0.0750	0.0250	
RESIDUO	20	0.2558	0.0128	

Apêndice B42 – Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	0.3758	0.3758	0.8111 NS
AIB	1	2.2555	2.2555	4.8680 **
MINICEPA X AIB	1	0.0690	0.0690	0.1489 NS
TRATAMENTOS	3	2.7004	0.9001	
RESIDUO	20	9.2668	0.4633	

Apêndice B43 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 30 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	173.9952	173.9952	0.9084 NS
AIB	1	173.9952	173.9952	0.9084 NS
MINICEPA X AIB	1	6.7560	6.7560	0.0353 NS
TRATAMENTOS	3	354.7465	118.2488	
RESIDUO	20	3830.8686	191.5434	

Apêndice B44 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de brotação de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	393.8328	393.8328	0.3804 NS
AIB	1	343.5593	343.5593	0.3318 NS
MINICEPA X AIB	1	4412.2703	4412.2703	4.2613 NS
TRATAMENTOS	3	5149.6623	1716.5541	
RESIDUO	20	20708.7322	1035.4366	

Apêndice B45– Resumo da análise de variância para o número de brotos em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	0.0159	0.0159	0.4311 NS
AIB	1	0.0234	0.0234	0.6338 NS
MINICEPA X AIB	1	0.1617	0.1617	4.3835 NS
TRATAMENTOS	3	0.2010	0.0670	
RESIDUO	20	0.7377	0.0369	

Apêndice B46 – Resumo da análise de variância para o comprimento dos brotos em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	0.0051	0.0051	0.0740 NS
AIB	1	0.9508	0.9508	13.7779 **
MINICEPA X AIB	1	0.7898	0.7898	11.4445 **
TRATAMENTOS	3	1.7458	0.5819	
RESIDUO	20	1.3802	0.0690	

Apêndice B47 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de enraizamento de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	2223.5108	2223.5108	3.4932 NS
AIB	1	615.6221	615.6221	0.9671 NS
MINICEPA X AIB	1	2968.5116	2968.5116	4.6636 **
TRATAMENTOS	3	5807.6445	1935.8815	
RESIDUO	20	12730.6549	636.5327	

Apêndice B48 – Resumo da análise de variância para o número de raízes em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	0.3770	0.3770	4.2248 NS
AIB	1	0.0689	0.0689	0.7716 NS
MINICEPA X AIB	1	0.2717	0.2717	3.0449 NS
TRATAMENTOS	3	0.7176	0.2392	
RESIDUO	20	1.7849	0.0892	

Apêndice B49 – Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes em miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliado aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	3.4751	3.4751	7.5220 **
AIB	1	0.1330	0.1330	0.2878 NS
MINICEPA X AIB	1	1.6140	1.6140	3.4936 NS
TRATAMENTOS	3	5.2221	1.7407	
RESIDUO	20	9.2399	0.4620	

Apêndice B50 – Resumo da análise de variância para a porcentagem de sobrevivência de miniestacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em função do tipo de minicepa e das doses ácido indolbutírico (AIB), avaliada aos 60 dias.

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
MINICEPA	1	762.6480	762.6480	0.7637 NS
AIB	1	692.0170	692.0170	0.6930 NS
MINICEPA X AIB	1	3440.2987	3440.2987	3.4450 NS
TRATAMENTOS	3	4894.9637	1631.6546	
RESIDUO	20	19972.9075	998.6454	

Anexos

Anexo A – Distribuição geográfica e nomes populares do louro-pardo (*Cordia trichotoma*)

OCORRÊNCIA	NOME POPULAR
Brasil	
Alagoas	Freijó
Bahia (sul)	Canela-parda, Claraíba, Claraíba-parda, Freijó, Frei-jorge, Laurel, Louro-mutamba, Louro-se-colar e Mutamba
Ceará (serras)	Freijó e Frei-jorge
Espírito Santo (norte)	Canela-branca-do-brejo, Canela-louro e Louro
Mato Grosso do Sul	Louro
Minas Gerais	Louro
Paraná	Ajuí, Amora-do-mato-alto, Ipê-de-tabaco, Maria-preta, Louro, Louro-verdadeiro e Louro-da-serra
Pernambuco	Freijó e Frei-jorge
Rio Grande do Norte	Frei-jorge
Santa catarina	Louro-negro, Louro-branco e Louro-cabeludo
São Paulo	Cambará-uçú, Cascudinho, Ipê-louro, Jurutê, Pau-cachorro, Canela-batata, Claraíba, Louro, Louro-amargoso, Louro-anhinha e Louro-branco
Sergipe	Folha-larga e Frei-jorge
Distrito Federal	Freijó, Louro, Louro-do-sul, Malvão e Pereiro-malva
Rio de Janeiro	Canela-batata, Louro-amargoso, Louro-anhinha, ouro-batata e Louro-do-mato
Rio Grande do Sul (noroeste)	Louro, Louro-amarelo, Louro-branco, Louro-da-serra, Louro-pardo, Louro-preto e Louro-verdadeiro
Exterior	
Argentina (nordeste)	Peteribí
Paraguai (leste)	Peterevy
Bolívia	Picana negra

Fonte: CARVALHO (2006)

Anexo B – Período de frutificação e maturação dos frutos de louro-pardo (*Cordia trichotoma*) em alguns estados brasileiros.

FRUTIFICAÇÃO	
Ceará e Pernambuco	Dezembro
Bahia	Julho a agosto
Distrito Federal	Abril a maio
Espírito Santo	Março a abril
Paraná	Dezembro a junho
Rio de Janeiro	Janeiro a maio
Rio Grande do Sul	Dezembro
Santa Catarina	Janeiro a março
São Paulo	Dezembro a maio
MATURAÇÃO DOS FRUTOS	
Distrito Federal	Agosto a setembro
Espírito Santo	Maior a agosto
Paraná	Maior a setembro
Santa Catarina	Abril a maio
São Paulo	Abril a dezembro
Rio Grande do Sul	Abril a julho

Fonte: CARVALHO (2006)

Anexo C – Solução nutritiva original utilizada em estudo de produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hill.). WENDLING et al. (2007)

FERTILIZANTES	CONCENTRAÇÃO (mg L ⁻¹)
Nitrogênio	69,90
Fósforo	16,28
Potássio	170,68
Cálcio	161,40
Magnésio	33,70
Enxofre	79,65
Boro	0,50
Cobre	0,50
Ferro	5,0
Magnésio	1,0
Zinco	0,20
Molibdênio	0,07