

AUREA PORTES FERRIANI

**ESTAQUIA DE VASSOURÃO-BRANCO (*Piptocarpha angustifolia*
DUSÉN) COM USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Katia Christina Zuffellato-Ribas

Co-orientadores: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler
Dr. Antonio Aparecido Carpanezi

CURITIBA
2006

Aos meus pais Emília e Adúlio e aos meus irmãos Emerson e Leandro que, pela convivência amorosa e digna, me ensinaram a lutar honestamente pelos meus objetivos;
Ao grande parceiro Emi, pelo amor e apoio incondicionais;
Aos meus filhos Gabriel e André pela compreensão e por sempre me inspirarem a fé num mundo melhor.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pelos dons concedidos.

Aos professores do Curso de Mestrado em Agronomia da Universidade Federal do Paraná: Adriana Martinelli Seneme, Antonio Carlos Nogueira, Cícero Deschamps, Flávio Zanette, Francine Lorena Cuquel, Henrique Soares Koehler e Katia Christina Zuffellato-Ribas;

Às colegas do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo Marisa Oliveira, Lucimara Antunes e Maria de Lourdes da Silva Wos pela atenção, auxílio e simpatia de sempre;

À Professora Cleusa Bona e Juliana Mayer pela assistência nas análises anatômicas;

Ao Sr. Edson Luiz e Camila Terezinha do Instituto Ambiental do Paraná pelas informações e envio de material essencial ao trabalho; à Professora Yoshiko Saito Kunyoshi e Sr. José Ico da Silva do Laboratório de Sementes Florestais pelo auxílio durante os experimentos;

Aos colegas da Embrapa Florestas Ivar Wendling, Marcos Raschwal, Paulino Graaf, Carlos Amílcar de Carvalho Silva, Vero Oscar Cardoso dos Santos, Leonides de Jesus Tanner, Wilson Maschio, Irineu Antonio Olinisky, Rafael Possete, Dant de Oliveira Macedo e Lucas Batista Crivelari pela ajuda tão valiosa;

Às bibliotecárias Simone Amadeu e Simone Sopchaki pelo auxílio durante a pesquisa e revisão deste trabalho;

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Katia Christina Zuffellato-Ribas pela amizade e atenção constantes, às caríssimas “Zuffelletes” e aos meus co-orientadores Dr. Henrique Soares Koehler e Antonio Aparecido Carpanezi pelo apoio ao longo do desenvolvimento da pesquisa;

A todos os valiosos companheiros encontrados durante a jornada do Mestrado, em especial à Michele Fernanda Bortolini que compartilhou comigo as alegrias e angústias da vida acadêmica.

À CAPES, FINEP, CT INFRA e *Embrapa Florestas* pelo apoio financeiro e logístico concedido a esta pesquisa.

“A natureza é o reino da liberdade e, para descrever com toda intensidade as concepções e as possibilidades de gozo, despertadas por uma apreciação profunda da natureza, seria preciso, igualmente, dar ao pensamento uma expressão livre e nobre, em harmonia com a grandeza e majestade da Criação.”

Alexander Humboldt, 1855

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Caracterização da espécie.....	3
2.2 Estaquia	5
2.3 Fatores internos relacionados ao enraizamento de estacas.....	6
2.4 Tratamento com reguladores vegetais.. ..	8
2.5 Fatores externos relacionados ao enraizamento de estacas	9
2.6 Rejuvenescimento	12
REFERÊNCIAS.....	13
3 CAPÍTULO I: ENRAIZAMENTO DE ESTACAS SEMILENHOSAS DE BROTAÇÕES DO ANO DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> DUSÉN (ASTERACEAE) COM USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO.....	19
RESUMO	19
ABSTRACT.....	20
3.1 INTRODUÇÃO.....	21
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	24
3.2.1 Estaquia	24
3.2.2 Análises anatômicas	26
3.2.3 Análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas.....	26
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
3.3.1 Estaquia	27
3.3.1.1 Primavera de 2004	27
3.3.1.2 Verão de 2005.....	28
3.3.1.3 Outono de 2005	28
3.3.1.4 Inverno de 2005.....	29

3.3.2 Análises anatômicas.....	30
3.3.3 Análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas.....	40
3.4 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
4 CAPÍTULO II: ENRAIZAMENTO DE ESTACAS SEMILENHOSAS DE BROTAÇÕES DE CEPAS DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> DUSÉN (ASTERACEAE) COM O USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO.....	47
RESUMO	47
ABSTRACT	48
4.1 INTRODUÇÃO.....	49
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	51
4.2.1 Estaquia.....	51
4.2.2 Análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas	52
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	53
4.3.1 Estaquia	53
4.3.1.1 Verão de 2005	53
4.3.1.2 Outono de 2005	54
4.3.1.3 Inverno de 2005	56
4.3.2 Análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas.....	57
4.4 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	60
5 CAPÍTULO III MINIESTAQUIA DE <i>Piptocarpha angustifolia</i> DUSÉN COM O USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO.....	62
RESUMO	62
ABSTRACT.....	63
5.1 INTRODUÇÃO	64
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	66
5.2.1 Produtividade de brotações.....	66
5.2.2 Enraizamento de miniestacas.....	66
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	67
5.3.1 Produtividade de brotações.....	67

5.3.2 Enraizamento de miniestacas.....	69
5.4 CONCLUSÃO.....	73
REFERÊNCIAS	74
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	76
6 CONCLUSÃO GERAL	80

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Análise de variância das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos e mortas, na primavera (novembro de 2004).....	27
TABELA 2	Comparação de médias das porcentagens de estacas <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos e mortas, na primavera (novembro de 2004).....	27
TABELA 3	Análise de variância das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén vivas e mortas no outono (maio de 2005).....	28
TABELA 4	Comparação de médias das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén vivas e mortas provenientes de plantas adultas em cada tratamento, no outono (maio de 2005).....	29
TABELA 5	Análise de variância das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén enraizadas, com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa, no verão (fevereiro de 2005)..	53
TABELA 6	Comparação de médias das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén enraizadas, com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa, no verão (fevereiro de 2005).....	53
TABELA 7	Análise de variância das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa no outono (maio de 2005).....	55
TABELA 8	Comparação de médias das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa, no outono (maio de 2005).....	55
TABELA 9	Análise de variância das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa, no inverno (agosto de 2005).....	56
TABELA 10	Comparação de médias das porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa, no inverno (agosto de 2005).....	56

TABELA 11	Produtividade de brotações de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén por plântula, em cada coleta, durante as épocas outono e primavera de 2005.....	68
TABELA 12	Análise de variância das porcentagens de miniestacas enraizadas, com calos, vivas e mortas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén, no inverno (agosto de 2005).....	69
TABELA 13	Comparação de médias das porcentagens de miniestacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén enraizadas, com calos, vivas e mortas, no inverno (agosto de 2005).....	70
TABELA 14	Análise de variância para número médio de raízes e média das três maiores raízes em miniestacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén.....	71
TABELA 15	Comparação de médias para número médio de raízes e comprimento médio das três maiores raízes de miniestacas de <i>P. angustifolia</i> Dusén.....	72

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Vista geral das secções transversais da base das estacas caulinares semilenhosas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén: Primavera/2004 (A); Verão/2005 (B); Outono/2005 (C); Inverno/2005 (D). Barra = 200 μm	32
FIGURA 2	Detalhes das secções transversais da base das estacas caulinares semilenhosas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén: Primavera de 2004 (A); Verão de 2005 (B); Outono de 2005 (C); Inverno de 2005 (D). Barra = 100 μm	33
FIGURA 3	Testes com lugol para detecção de amido em secções transversais da base das estacas caulinares semilenhosas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén: Primavera de 2004 (A); Verão de 2005 (B); Outono de 2005 (C); Inverno de 2005 (D). Barra = 50 μm	35
FIGURA 4	Testes microquímicos com cloreto férrico em secções transversais da base das estacas semilenhosas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén na primavera de 2004 (A); verão de 2005 (B); Outono (C); inverno (D). Deposição de substância preexistente (setas). Barra = 50 μm	37
FIGURA 5	Primórdio radicial em secção transversal da base de estaca semilenhosa de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén. Barra = 200 μm (A); Barra = 100 μm (B); Barra = 100 μm (C). Elemento de vaso obliterado por mucilagem. Barra = 25 μm (D).....	39
FIGURA 6	Teores de açúcares totais e proteínas em estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén provenientes de plantas matrizes adultas na primavera de 2004, verão, outono e inverno de 2005.....	41
FIGURA 7	Teores de açúcares totais e proteínas em estacas de <i>P. angustifolia</i> provenientes de rebrota no verão, outono e inverno de 2005.....	58
FIGURA 8	Porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações do ano em todas as épocas avaliadas.....	76
FIGURA 9	Porcentagens de estacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa em todas as épocas avaliadas.....	77
FIGURA 10	Porcentagens de miniestacas de <i>Piptocarpha angustifolia</i> Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de plântulas no inverno (junho/2005).....	78

FIGURA 11 Porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén provenientes de plântulas (miniestacas), poda (brotações de cepa) e brotações do ano (adultas) enraizadas, com calos, vivas e mortas, no inverno de 2005.....

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	<i>Piptocarpha angustifolia</i> , Colombo – PR, 2004. Planta matriz adulta (A); Rebrotas de touça (B); Instalação do experimento de estaquia (C); Estaca proveniente de rebrota enraizada (verão de 2005) (D).....	82
ANEXO 2	Material juvenil de <i>Piptocarpha angustifolia</i> . Minicepas com brotações (A); Minijardim clonal (B); Miniestacas enraizadas (C).....	83
ANEXO 3	Precipitações e temperaturas médias mensais no período de março de 2004 a agosto de 2005, registradas pela estação meteorológica de Curitiba e fornecidas pelo SIMEPAR, 2005.....	84
ANEXO 4	Precipitação mensal, temperaturas médias, média das mínimas e média das máximas no período de março de 2004 a agosto de 2005, registradas pela estação meteorológica de Curitiba e fornecidas pelo SIMEPAR, 2005.....	85

RESUMO

Piptocarpha angustifolia Dusén (Asteraceae) é uma espécie arbórea nativa pioneira, pertencente à Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), com potencial ambiental para recuperação de ecossistemas degradados e econômico em plantios para produção madeireira. Apresenta formação de poucas sementes viáveis, com tamanho reduzido (< 3mm), o que dificulta sua coleta. Este trabalho teve como objetivo verificar a resposta de enraizamento de estacas semilenhosas de brotações do ano provenientes de plantas matrizes adultas, brotações de cepa e miniestacas de plântulas coletadas em diferentes épocas, no município de Colombo, estado do Paraná, Brasil, submetidas a tratamentos com uso de soluções alcoólicas do regulador vegetal ácido indol butírico: 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹ IBA. Foram avaliadas as porcentagens de estacas enraizadas, com calos, vivas e mortas num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) composto por quatro repetições de 20 estacas por tratamento. Análises anatômicas e bioquímicas de açúcares totais e proteínas foram realizadas. Não houve resposta de enraizamento adventício para estacas coletadas de brotações do ano de plantas matrizes adultas e de brotações de cepa nas estações analisadas. A presença de fibras não foi relacionada ao impedimento da iniciação radicial. Os testes microquímicos revelaram a presença de amido na primavera de 2004, outono e inverno de 2005 nas estacas. Os açúcares totais e proteínas não foram correlacionados ao enraizamento. As miniestacas apresentaram média de enraizamento de 14,6% no inverno de 2005, com os maiores resultados dispensando a aplicação do regulador vegetal. O material juvenil apresentou condições favoráveis à indução radicial adventícia.

Palavras-chave: espécie nativa brasileira, enraizamento, miniestaquia, auxina, rejuvenescimento, anatomia

ABSTRACT

Piptocarpha angustifolia (Asteraceae) is a Brazilian woody native species belonging to Mixed Rain Forest (Araucaria's Forest) with environmental potential for ecosystem restoration and economic planting for woody production. It presents seeds poor feasible seeds with very small size (< 3mm), that difficult its collection. This work aims verify the rooting response for semihardwood cuttings from mature trees, sprouts from severe hedging and minicuttings form seedlings in different seasons in Colombo, Paraná state, Brazil, submitted to treatments with plant growth regulator indolebutyric acid: 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹ IBA. The evaluation included rooting percentage, callus cuttings, alive and dead cuttings. The statistical analyses were made in completely randomized design with four replications of twenty cuttings by treatment. Anatomical and biochemical analysis of total carbohydrates and proteins were made to verify rooting inhibition. The adventitious rotting response do not occurred in cuttings from mature trees and sprouts. The presence of fibers was not related to rooting initiation. The biochemical tests revealed the presence of starch in spring 2004, autumn and winter 2005. The total carbohydrates and proteins were not related with rooting. The average of rooting of minicuttings was 14,6% in winter 2005, with major results depending plant growth regulator. The juvenile material shows favorable conditions to adventitious rooting initiation.

Palavras-chave: Brazilian native species, rooting, minicuttings, auxin, rejuvenation, anatomy

1 INTRODUÇÃO GERAL

A Floresta Ombrófila Mista, também denominada Floresta com Araucária, sofreu intensa devastação a partir do início do século 20 como consequência da expansão das fronteiras agrícolas. Segundo CARVALHO (2003) espécies como o pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze.), imbuia (*Ocotea porosa* Nees et Martius ex Nees) e cedro (*Cedrella fissilis* Vell.) foram consumidas pela exploração madeireira, a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para produção de bebida e, como produto da intervenção inicial, a bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) para lenha.

Frente à necessidade da recuperação de ecossistemas degradados, matas ciliares e reservas legais ou para fins comerciais tem-se a demanda crescente de mudas de espécies nativas. Entretanto, muitas espécies deixam de ser utilizadas pelo desconhecimento de suas características silviculturais (SEITZ, 1976) ou ainda, por apresentarem problemas relacionados à produção e coleta de sementes, o que dificulta a propagação via seminal (HIRANO, 2004).

As técnicas de propagação vegetativa são utilizadas para produção de mudas em larga escala, entre as quais a estaquia representa uma alternativa de menor custo devido à alta produtividade em curto período de tempo (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). O processo de enraizamento pode ser otimizado pela utilização de reguladores vegetais, dentre os quais destaca-se o ácido indol butírico (IBA), responsável pelo aumento do número de raízes formadas, melhor qualidade do sistema radicial e uniformidade no enraizamento (HARTMANN *et al.*, 2002).

Há espécies que apresentam dificuldade na regeneração de raízes mesmo sob estímulo do regulador vegetal, devido a formação de barreiras anatômicas e bioquímicas relacionadas à maturação dos tecidos. Nestes casos, são indicadas técnicas de reversão ao período juvenil, como poda drástica para emissão de brotações de touça ou ainda, poda de plântulas para estímulo da emissão de brotações que originam miniestacas com potencial endógeno favorável ao enraizamento.

Com o objetivo de acompanhar a resposta de enraizamento da espécie *Piptocarpha angustifolia* Dusén (Asteraceae), foram realizados experimentos de

estaquia e miniestaquia com uso de ácido indol butírico (IBA) em fontes distintas de material vegetativo, organizados em três capítulos.

O primeiro capítulo aborda a estaquia semilenhosa de brotações do ano. Foram realizados quatro experimentos de acordo com as diferentes épocas do ano (primavera de 2004, verão, outono e inverno de 2005) com a utilização de diferentes concentrações do regulador vegetal ácido indol butírico (IBA), além de análises anatômicas e bioquímicas de açúcares totais e proteínas.

O segundo capítulo descreve a estaquia semilenhosa de brotações de cepa resultantes de corte raso. Foram realizados três experimentos em épocas distintas (verão, outono e inverno de 2005), com a utilização de diferentes concentrações do ácido indol butírico, além de análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas.

O terceiro capítulo relata: a) a produção de brotações a partir de plântulas originadas via semente, e b) um experimento para verificação da resposta de enraizamento (inverno de 2005) para miniestacas obtidas das brotações de plântulas, utilizando as mesmas concentrações de ácido indol butírico empregadas nos experimentos anteriores.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da espécie

Piptocarpha angustifolia Dusén, popularmente conhecida como vassourão-branco, pertence à divisão Magnoliophyta (Angiospermae), classe Magnoliopsida (Dicotyledonae), ordem Asterales, família Asteraceae, tribo Vernoniae (CRONQUIST, 1988).

A família Asteraceae apresenta hábito muito variado entre ervas, subarbustos, trepadeiras e excepcionalmente árvores, sendo a grande maioria (cerca de 98%) constituída por plantas de pequeno porte (JOLY, 1975). São cultivadas como ornamentais a margarida (*Leucanthemum vulgare*) e os crisântemos (*Chrysanthemum* spp.); utilizadas na alimentação como a alface (*Lactuca sativa*), chicória, almeirão e escarola (pertencentes a *Cichorium intybus*); incluídas entre plantas medicinais como a carqueja (*Baccharis trimera* e outras espécies do gênero), camomila (*Matricaria recucita*) e estévia (*Stevia rebaudiana*) e como plantas invasoras o picão-preto (*Bidens pilosa*) e dente-de-leão (*Taraxacum officinale*) (SOUZA; LORENZI, 2005).

A família possui distribuição cosmopolita, constituindo a maior família de Eudicotiledôneas com aproximadamente 1600 gêneros e 23000 espécies; no Brasil há ocorrência de aproximadamente 300 gêneros e 2000 espécies (SOUZA; LORENZI, 2005). O gênero *Piptocarpha* compreende cerca de 28 espécies da América tropical, desde o México até o norte da Argentina, incluindo arbustos, arvoretas, lianas e árvores (CABRERA; KLEIN, 1980). No Brasil, a ocorrência natural de *Piptocarpha angustifolia* é observada entre as latitudes 22°30' S (Rio de Janeiro) e 29°30' S (Rio Grande do Sul), com variação altitudinal de 400m a 1200m (Santa Catarina) (CARVALHO, 2003).

É uma árvore perenifólia, com 5 a 15m de altura e 20 a 40cm de DAP (diâmetro à altura do peito), com tronco quase reto e de seção cilíndrica a irregular, com fuste de 5 a 15m de comprimento. A ramificação da copa é racemosa, esparsa, formando copa alta, alongada, de folhagem cinza-clara muito característica, que vista de longe, toma um tom prateado muito evidente. Suas folhas são simples, alternas ou opostas, curtamente pecioladas, estreitamente lanceoladas, com os

bordos serrados ou quase inteiros, glabras na parte ventral e acinzentada no dorso, com presença de pêlos estrelados, apresentando grande dimorfismo na fase jovem e adulta: medem até 20cm de comprimento por 5cm de largura e são revestidas de pêlos esparsos na submata de florestas naturais, e até 9cm de comprimento e 1,5cm de largura na fase adulta, quando são caracteristicamente discolores.

Suas gemas floríferas iniciam seu desenvolvimento em julho, com o aparecimento das flores de agosto a dezembro, no Estado do Paraná, apresentando como vetores de polinização abelhas e diversos insetos pequenos (SEITZ, 1976). A frutificação ocorre de outubro a janeiro no Estado Paraná, e de novembro a fevereiro, no Estado do Rio Grande do Sul. Segundo SEITZ (1976) as sementes são aderidas ao fruto (aquênio) e muito pequenas (cerca de 3mm), com a produção de aproximadamente 10% de sementes em relação ao número de flores, apresentando dispersão de frutos e sementes pela síndrome anemocórica.

CABRERA e KLEIN (1980) apresentam *Piptocarpha angustifolia* Dusén como espécie inicial, característica da vegetação secundária, comum nas clareiras, nos capoeirões e na floresta secundária. Caracteriza-se como uma das melhores indicadoras de vegetação semi-devastada no Planalto Sul-Brasileiro, parecendo não ser afetada pela baixa fertilidade química dos solos pelo bom desenvolvimento em solos com superfícies alteradas pela terraplanagem. A espécie não é encontrada em solos encharcados ou muito úmidos, somente em solos rasos ou profundos com boa drenagem e de textura que varia de franca a argilosa (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003).

O vassourão-branco (*P. angustifolia*) é uma espécie heliófila e tolerante a temperaturas mínimas de -10°C (SEITZ, 1976), cujo plantio a pleno sol é recomendado ecologicamente, pois a espécie pode ser usada em plantio misto e no tutoramento de espécies umbrófilas. Apresenta excelente regeneração natural na floresta secundária, sendo viável a utilização de mudas provindas da regeneração natural, pela emissão de brotações de touça (CARVALHO, 2003).

A produção de mudas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén via seminal é reduzida devido a baixa relação semente germinada/cipsela, aliada ao tamanho reduzido (3mm, aproximadamente) (SEITZ, 1976). As mudas atingem porte adequado para plantio cerca de seis meses após a semeadura e repicagem para sacos plásticos. A madeira produzida pode ser utilizada em construção civil,

tabuado, caixotaria e em obras internas; chapas de madeira compensada e aglomerada e mourões de curta duração (SEITZ, 1976; LELLES, 1977; INOUE, RODERJAN, KUNIYOSHI, 1984). Em reflorestamento para recuperação ambiental, a espécie é recomendada para terrenos erodidos e degradados devido ao sistema radicular profundo, atingindo, às vezes, mais de 2m de profundidade (SEITZ, 1976; CABRERA, KLEIN, 1980).

2.2 Estaquia

Segundo JANICK (1966) e HARTMANN *et al.* (2002) a estaquia é uma das formas de propagação vegetal que, para fins produtivos, possibilita uniformidade das plantas, grande número de mudas produzidas a partir de uma planta matriz, além da antecipação do período de florescimento, pela redução do período juvenil.

As espécies apresentam comportamento variável quanto à emissão de raízes, pois há estacas que emitem raízes com facilidade, outras com facilidade relativa e aquelas denominadas de difícil enraizamento. Trabalhos apresentados por TOFANELLI (1999) e PAES (2003) demonstram, inclusive, variação da capacidade de enraizamento entre cultivares.

JANICK (1966) cita que a eficácia do enraizamento varia com a fase de desenvolvimento da planta, tipo e localização da estaca, bem como época do ano. ONO e RODRIGUES (1996) apontam que a utilização de ramos terminais de maturação recente provenientes de plantas saudáveis e vigorosas podem garantir a viabilidade do enraizamento. De acordo com HARTMANN *et al.* (2002) a estaca caulinar é o tipo mais importante, subdividido em quatro grupos de acordo com a natureza do lenho: estacas lenhosas (apresentam tecidos endurecidos); herbáceas (apresentam tecidos tenros); semilenhosas e semi-herbáceas (apresentam-se num estágio intermediário entre os dois extremos).

Estacas menos lignificadas quando comparadas às estacas lenhosas (basais) são mais sensíveis à desidratação, apresentando menor capacidade de sobrevivência (JANICK, 1966). ZANETTE (1995) ressalta que as estacas de consistência mais herbácea exigem instalações com irrigação constante, enquanto as de consistência lenhosa demandam cuidados e custos menores, o que torna a prática mais acessível economicamente. No entanto, estacas mais lignificadas

apresentam maior dificuldade para enraizar, seja pela presença de um anel de esclerênquima contínuo, que pode constituir uma barreira física à emergência das raízes, ou pela menor habilidade fisiológica em formar primórdios radiciais (TOFANELLI, 1999).

Estacas semilenhosas em determinadas espécies têm apresentado capacidade superior de enraizamento (COUVILLON, 1988). ARAUJO *et al.* (1999) compararam diferentes padrões de estacas de limeira ácida “Tahiti” (*Citrus latifolia* Tanaka) verificando que o material de baixa lignificação (estacas semilenhosas) apresentou melhores índices de enraizamento. Na estaquia semilenhosa de guaco (*Mikania glomerata Sprengel*), o grau de hidratação das estacas foi relacionado à ativação dos meristemas ou na ação como solvente sobre substâncias inibidoras do enraizamento (LIMA *et al.*, 2003b).

Com relação ao tamanho das estacas, HARTMANN *et al.* (2002) estabeleceram que, para ramos lenhosos arbóreos, o comprimento pode variar entre 10 e 70cm, dependendo da espécie, enquanto nos ramos lenhosos arbustivos e semilenhosos pode variar entre 7,5 e 12,5cm.

2.3 Fatores internos relacionados ao enraizamento de estacas

O conjunto das características internas da planta matriz, tais como o conteúdo de água, teor de reservas e de nutrientes influenciam a resposta ao enraizamento. Nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, zinco e boro estão envolvidos nos inúmeros processos metabólicos associados com a desdiferenciação e formação de meristemas na iniciação de raízes (BLAZICH, 1988). SCHWAMBACH, FADANELLI, FETT-NETO (2005) investigaram a influência da nutrição mineral no enraizamento adventício de microestacas de eucalipto *Eucalyptus globulus* Labill. e verificaram que tratamentos contendo nitrato e zinco induziram significativamente a porcentagem de enraizamento, chegando a 100% em relação ao controle (75%).

A presença de carboidratos é um parâmetro que reflete a condição de desenvolvimento da planta matriz que pode coincidir com sua capacidade de enraizamento (VEIERSKOV, 1988) e representa a principal fonte de energia e de carbono para a síntese de substâncias necessárias ao enraizamento de estacas (HAISSIG, 1986; TOFANELLI, 1999).

A presença de folhas é necessária à produção de auxinas e co-fatores de enraizamento que são translocados para a base das estacas, contribuindo para o processo morfogênico de formação de novos tecidos, como as raízes (COUVILLON, 1988; HARTMANN *et al.*, 2002). LIMA *et al.* (2003a) compararam diferentes áreas foliares mantidas em estacas semilenhosas de duas espécies de guaco (*Mikania laevigata* Schultz Bip Ex. Baker e *Mikania glomerata* Sprengel) e verificaram que o aumento desta variável gerou aumento na porcentagem de enraizamento e redução da mortalidade em ambas as espécies. Estacas de abacateiro (*Persea americana* Mill.) mantidas com folhas apresentaram aumento da porcentagem de enraizamento devido a elevação dos índices de sacarose na base das estacas obtidos cinco semanas a partir da instalação do experimento (REUVENI; RAVIV, 1981).

O suprimento artificial de fotoassimilados pode interferir positiva ou negativamente na sobrevivência das estacas e, conseqüentemente, no seu enraizamento. SILVA (1984) obteve aumento na porcentagem de estacas de canela-guaicá (*Ocotea puberula* Benth. & Hook.) com formação de calos com a associação de sacarose ao regulador vegetal. WIESMAN e LAVEE (1995) verificaram o incremento da porcentagem de enraizamento, número e comprimento de raízes em estacas de oliveira (*Olea europea* L.) com a aplicação exógena de sacarose associada ao regulador vegetal. Entretanto, o excesso desses compostos pode gerar efeito limitante sobre o enraizamento pela inibição da sacarose-sintetase, reduzindo a habilidade da sacarose em promover o enraizamento (ONO; RODRIGUES, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

Os compostos fenólicos apresentam-se como sinergistas ou antagonistas ao enraizamento devido seu efeito sobre o sistema de degradação da auxina (IAA-oxidase); dessa maneira, um composto poderá ter efeito promotor ou inibidor durante o processo. A enzima peroxidase relaciona-se à degradação da auxina, pelo controle da atividade do sistema IAA-oxidase/peroxidase, uma vez que sua variação de concentração é inversa àquela apresentada pelo IAA livre endógeno (KEVERS *et al.*, 1997).

Com relação às alterações anatômicas ocorridas nas estacas, FACHINELLO *et al.* (1995) apontam que a formação de raízes ocorre em resposta ao traumatismo produzido pelo corte durante a confecção, gerando lesão nos tecidos do xilema e

floema. LOVELL e WHITE (1986) citam que a formação de raízes ocorrida em regiões embrionárias ou de crescimento primário é denominada adventícia e sua produção pode variar entre espécies, cultivares, com a idade ou natureza da parte utilizada na confecção da estaca, formando-se próximas aos tecidos vasculares com crescimento entre os tecidos localizados ao redor de seu ponto de origem (APPEZZATO-DA-GLÓRIA; HAYASHI, 2004).

A dificuldade de enraizamento pode estar relacionada a barreiras anatômicas específicas. Para algumas espécies, a presença de fibras e esclereídes no floema primário do caule da estaca forma um anel contínuo na região cortical do caule, que bloqueia mecanicamente o primórdio radicial formado (LOVELL; WHITE, 1986). Segundo APPEZZATO-DA-GLÓRIA e HAYASHI (2004) caules mais velhos apresentam uma bainha de esclerênquima perivascular que pode constituir um obstáculo ao crescimento da raiz ou desviar o curso de seu crescimento radial.

2.4 Tratamento com reguladores vegetais

Os reguladores vegetais são utilizados na propagação vegetativa com o objetivo de potencializar o enraizamento na indução, aumento do número e qualidade do sistema radicial. Segundo ALVARENGA e CARVALHO (1983) o ácido indol butírico (IBA) é uma substância mais estável, de ação localizada e pouco tóxico em relação ao ácido naftaleno acético (NAA). Os tratamentos utilizando auxinas sintéticas podem ser sob a forma de solução aquosa ou em presença de solventes orgânicos, gel ou talco (ONO *et al.*, 1994, HARTMANN *et al.*, 2002). A aplicação de reguladores vegetais em talco talco é mais utilizada por ser de fácil manuseio e, na maioria dos casos, gerar bons resultados (ONO *et al.*, 1994, FORTES, 1998), uma vez que sua absorção mais lenta pode favorecer a indução radicial. Porém, a lixiviação pode acarretar a não uniformidade de raízes em todo o diâmetro da estaca (FORTES, 1998).

A dosagem de auxina sintética a ser aplicada é variável de acordo com a espécie considerada; essas variações podem gerar uma grande porcentagem de enraizamento ou se tornarem tratamentos tóxicos para a planta (ONO; RODRIGUES, 1996). IRITANI, SOARES e GOMES (1986) utilizaram tratamentos de 3000 e 5000 mgKg⁻¹ de ácido indol acético (IAA) e ácido indol butírico (IBA) sob a

forma de talco, obtendo em ambos aumento do número de estacas e de raízes por estaca, estímulo à brotação, assim como diminuição na queda de folhas e do período requerido para o enraizamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.).

O uso de reguladores vegetais em solução deve manter uma combinação entre a concentração e o tempo de aplicação. Dosagens utilizando baixas concentrações devem ser aplicadas num tempo de imersão prolongado, enquanto concentrações maiores são realizadas com imersão mais rápida (geralmente 5 a 10 segundos) (FACHINELLO *et al.*, 1995; FORTES, 1998). Outros trabalhos apresentam resultados das variações de combinações entre concentração e tempo de imersão empregadas (RODRIGUES; LUCCHESI, 1987; NACHTIGAL *et al.*, 1994; REIS *et al.*, 2000; WASSNER; RAVETTA, 2000; FERREIRA *et al.*, 2001).

2.5 Fatores externos relacionados ao enraizamento de estacas

O processo de enraizamento é diretamente influenciado pela intensidade luminosa, principalmente com relação à fotossíntese e à degradação de compostos fotolábeis como as auxinas (JANICK, 1966; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; HARTMANN *et al.*, 2002). As variações qualitativas e quantitativas da luz que incidem sobre as plantas matrizes podem favorecer a síntese inadequada de ácido indol acético (IAA), a inibição de co-fatores para o enraizamento, o aumento da atividade da peroxidase e a formação de barreiras histológicas ao desenvolvimento das raízes (HARTMANN *et al.*, 2002), justificando a influência do período de coleta sobre a indução radicial das estacas. Em espécies de fácil enraizamento, as estacas podem ser colhidas em qualquer época do ano, enquanto para outras espécies o período de maior enraizamento coincide com a estação de repouso ou com a estação de crescimento (PAIVA; GOMES, 1993).

HARTMANN *et al.* (2002) destacam que as estacas coletadas em um período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão) apresentam-se mais herbáceas, e as colhidas em um período de repouso vegetativo ou de dormência (outono/inverno) apresentam-se mais lignificadas e de um modo geral tendem a enraizar menos. Porém, segundo ANTUNES *et al.* (1996) a coleta no outono permite a obtenção de estacas com folhas num período em que a planta apresenta uma concentração elevada de reservas, o que pode favorecer o enraizamento. DUARTE,

FACHINELLO e SANTOS FILHO (1992) compararam as estações do outono e verão para a coleta e indução do enraizamento em estacas semilenhosas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.) e obtiveram resultado superior no outono (31,66%), com índice 10% maior nesta estação em relação ao verão. Para a espécie *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd. A coleta do material no outono favoreceu o enraizamento, enquanto o peso e comprimento de raízes obtidos foram maiores em estacas coletadas na primavera (ONO *et al.*, 1994).

ZANETTE (1995) em pesquisa sobre a estaquia lenhosa da pereira (*Pyrus communis* L.), descreveu o período de repouso vegetativo (final do outono, inverno e início da primavera) como o mais favorável, obtendo porcentagens acima de 50% com a utilização de solução alcoólica com 1000mgL⁻¹ de IBA. No caso da espécie nativa pau-de-leite (*Sapium glandulatum* (Vell.) Pax.) o verão correspondeu ao melhor período para coleta de estacas semilenhosas, com 28% de enraizamento (FERREIRA *et al.*, 2001). Em estacas de quaresmeira (*Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn.) a primavera foi a época mais favorável para coleta de estacas em relação às demais, com 28% de enraizamento (KNAPIK, 2003).

A umidade e a temperatura contribuem para o ambiente favorável à indução radicial. COUVILLON (1988) aponta que o aumento na porcentagem de enraizamento para determinadas espécies ocorreu graças ao desenvolvimento de técnicas de nebulização e aquecimento do ambiente de enraizamento, recomendado entre 25 e 30°C para condições tropicais e sub-tropicais (BERTOLOTTI; GONÇALVES, 1980). NACHTIGAL (1994) adverte que para espécies de difícil enraizamento, a permanência prolongada na câmara de nebulização e o excesso de umidade podem prejudicar a sobrevivência das estacas.

O teor de água presente nas estacas é necessário para manutenção da turgescência e para que ocorra a divisão celular, pois seu potencial de perda de água é muito grande (FACHINELLO *et al.*, 1995). A nebulização tem a finalidade de prevenir a morte das estacas, pois a morte do caule como resultado da dessecação, antes do período requerido para o enraizamento é uma das principais causas do fracasso da propagação por estacas (JANICK, 1966; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

O substrato para enraizamento de estacas influencia a propagação, pois deve reunir qualidades que auxiliem o processo de iniciação radicial nas estacas (PAIVA;

GOMES, 1993) por constituir o suporte da estaca durante o processo de enraizamento, proporcionando umidade, facilidade de trocas gasosas e penetração das raízes, sendo relativamente livre de contaminações (JANICK, 1966). Propriedades físicas como aeração e retenção de umidade são importantes para manter o espaço poroso adequado à difusão de oxigênio para as raízes (SOUZA; NACHTIGAL; KERSTEN, 1995).

Componentes orgânicos como turfa, casca de árvore, pó de serra, casca de arroz e esfagno podem ser combinados com porções inorgânicas de poliestireno, grânulos de argila, lã de rocha, perlita (lava vulcânica expandida) e vermiculita (mica expandida); areia ou água podem ser suficientes para espécies de fácil enraizamento (JANICK, 1966). A porção orgânica tem a função de absorver água e proporcionar porosidade enquanto a porção inorgânica visa constituir macroporos para melhorar a drenagem (LOACH, 1988). WENDLING e GATTO (2002) apontam a vermiculita como um mineral praticamente inerte que apresenta grande capacidade de aeração, alta capacidade de troca catiônica (CTC) e de retenção de água, livre de microorganismos patogênicos. Entretanto, necessita de adubação paralela e apresenta dificuldade de agregação com o sistema radicial da muda, dificultando o manuseio da mesma.

PAIVA e GOMES (1993) destacam que a vermiculita, turfa, serragem areia, casca de arroz carbonizada, moinha de carvão, terriço e diversas misturas destes constituintes têm sido utilizadas, devendo-se considerar a espécie e condições específicas na escolha. Em estudo sobre o enraizamento de estacas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) com a utilização da mistura de terra, vermiculita e húmus (1:1:1) foram obtidas porcentagens superiores a 80% (BORGES; MARTINS-CORDER, 2000). Para LIMA *et al.* (2003a), a estaquia de duas espécies de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel e *M. laevigata* Schultz Bip. Ex. Baker) revelou maiores porcentagens de enraizamento em casca de arroz (94,38%), seguida pela areia (85%) e solo (65%). Para estes autores, o melhor desempenho do substrato casca de arroz carbonizada foi decorrente da maior capacidade de retenção de água e espaço poroso, além de menor densidade, contrastando com os demais substratos utilizados.

2.6 Rejuvenescimento

No ciclo de vida de muitas plantas, as fases juvenil e adulta apresentam características anatômicas, fisiológicas e bioquímicas distintas (SALISBURY; ROSS, 1992). BONGA (1982) cita que a capacidade de formar raízes encontra-se ligada à fase juvenil de crescimento, além das características relacionadas à época do ano e ao tipo de estaca (JANICK, 1966; HARTMANN *et al.*, 2002). Ramos da copa maduros apresentam dificuldade em emitir raízes devido ao balanço hormonal diferencial daquele que a planta apresenta no estado juvenil, necessitando de tratamentos que promovam o rejuvenescimento e maior emissão de raízes (COUVILLON, 1988).

Práticas de rejuvenescimento por meio de poda demonstram a otimização na capacidade de enraizamento de estacas, induzindo a emissão de brotações que apresentam características juvenis, favoráveis à indução radicial. PALANISAMY e SUBRAMANIAN (2001) obtiveram índices entre 74 e 91% no enraizamento de brotações da espécie teca (*Tectona grandis* L.) com a utilização de 2000mgKg⁻¹ de IBA em talco em diferentes épocas, demonstrando que a resposta de enraizamento foi mais dependente do estado fisiológico da planta matriz em relação ao período de coleta das estacas.

A técnica da miniestaquia, desenvolvida a partir de 1996 para o gênero *Eucalyptus* utiliza o material juvenil proveniente de via seminal (plântulas) ou vegetativa (estacas) como fonte permanente de brotações, o que segundo WENDLING; FERRARI; DUTRA (2005) pode ser utilizado para espécies destinadas a plantios de recomposição ambiental. Apresenta como vantagens a redução da área do jardim clonal que proporciona maior controle ambiental, fitopatológico e nutricional, resultando em aumento da produtividade por unidade de área, aumento da taxa de enraizamento, redução do uso de reguladores vegetais e maior uniformidade (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000). XAVIER, SANTOS e OLIVEIRA, (2003) obtiveram 100% de enraizamento para miniestacas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) sem utilização de regulador vegetal.

REFERÊNCIAS*

ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 47-55, 1983.

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; OLIVEIRA JR, A. F. O. Efeito do método de aplicação e de concentrações do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 371-376, 1996.

APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; HAYASHI, A. H. Raiz. In: APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, p. 267-273, 2004.

ARAÚJO, P. S. R.; MOURÃO-FILHO, F. O. A.; SILVA, J. O. F.; BARBANO, M. T. Enraizamento de estacas de limeira ácida "Tahiti" coletadas em diferentes posições na árvore. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, 1999.

BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. Enraizamento de estacas: especificações técnicas para construção do módulo de propagação. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 94, 1980.

BLAZICH, F. A. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. In DAVIS, T.D; HAISSIG, B. E; SANKLHA, N. **Adventitious rooting formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, p. 132-149, 1988.

BONGA, J. M . Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. In BONGA, J.M; DURZAN, D.J. **Tissue culture in forestry**. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk, The Hague, p. 387-412, 1982.

BORGES N. J.; MARTINS-CORDER M. P. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). In: **Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas**, 6., 2000, Porto Seguro. Resumos Técnicos. Rio de Janeiro : Instituto Ambiental Biosfera, p. 109, 2000.

BRADFORD, M. M; A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical biochemistry**, Nova Iorque, v. 72, p. 248-254, 1976.

CABRERA, A. L; KLEIN, R. M. As plantas compostas. Tribo Vernoniaeae. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues, v. 3, p. 226-407, 1980.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Técnica, 2003, 1039p.

* Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Normas para apresentação de documentos científicos**; 9., Curitiba: Ed. da UFPR, 2000.

COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 227, p. 187-196, 1988.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. 2. ed. New York: New York Botanical Garden, 1988, 555p.

DUARTE, O. R.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS FILHO, B.G. Multiplicação da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.) através de estacas semilenhosas, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 513-516, 1992.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1995. 179p.

FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 55, n. 1, p. 123-142, 1968.

FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; BOEGER, M. R.; KOEHLER, H. S. Enraizamento de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax pela aplicação de ácido indol butírico e ácido bórico. **Leandra**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 11-16, 2001.

FORTES, A. M. T. **Efeitos de auxinas e ácido bórico em dois métodos de aplicação no enraizamento de estacas de rosa cv. Dallas**. Botucatu, 1998, 95f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Estadual Paulista.

HAISSIG, B. E. Metabolic processes in adventitious rooting of cuttings. In JACKSON, M. B. **New Root Formation in Plants and Cuttings**. Dordrecht, Martinus Nijhoff Publishers, 1986, 265p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New York: Englewood Clippings, 2002. 880p.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípio básicos e a sua evolução no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 192, 2000, 13p.

HIRANO, E. **Maturação fisiológica, tolerância à dessecação e conservação de sementes de lauráceas da Mata de Araucária de Santa Catarina**. Curitiba, 2004, 132f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba, Fundação de pesquisas florestais do Paraná, 1984, 260p.

IRITANI, C.; SOARES, R. V.; GOMES, A. V. Aspectos morfológicos da aplicação de reguladores do crescimento nas estacas de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. **Acta Biológica Paranaense**. Curitiba, v. 15, n. 1-4, p. 21-46, 1986.

JANICK, J. **A ciência da horticultura**, Rio de Janeiro, Programa de Publicações didáticas – Agência Norte-americana para o Desenvolvimento Internacional (USAID), 1966, 485p.

JOLY, A. B. **Introdução à taxonomia vegetal** 2.a ed. São Paulo: EDUSP, 1975, 777p.

KEVERS, C.; HAUSMAN, J. F.; FAIVRE-RAMPANT, O.; EVERS, D.; GASPAR, T. Hormonal control of adventitious rooting: progress and questions. **Angewandte Botanik**, Berlim, v. 71, p. 71-79, 1997.

KNAPIK, J. G.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. Influência da época de coleta e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (quaresmeira). **Iheringia**, Porto Alegre, v. 58, n. 2, p. 171-179, 2003.

LELLES, J. G. **Adaptabilidade das madeiras de quatro espécies ocorrentes no Sudoeste do Paraná, pouco conhecidas, na produção de compensados industriais**. Curitiba, 1977, 177f. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná.

LIMA, N. P.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NAKASHIMA, T. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 21, n. 1, p.106-109, 2003a.

LIMA, N. P.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NAKASHIMA, T. Estquia semilenhosa e análise de metabólitos secundários de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. Ex. Baker). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. Botucatu, v. 5, n. 2, p. 47-54, 2003b.

LOACH, K. Water relation and adventitious rooting. In DAVIS, T.D; HAISSIG, B. E.; SANKLHA, N. **Adventitious rooting formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, p. 132-149, 1988.

LOVELL, J.; WHITE, P. H. Anatomical changes during adventitious root formation. In JACKSON, M. B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht/Boston/Lancaster, Martinus Nijhoff Publishers, p. 111-140, 1986.

NACHTIGAL, J. C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R. A.; FACHINELLO, J. C.; MAZZINI, A. R. A. Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Pisidium cattleyanum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 229-235, 1994.

ONO, E. O.; BARROS, S. A.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Enraizamento de estacas de *Platanus acerifolia* tratadas com auxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1373-1380, 1994.

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

PAES, E. G. B. **Enraizamento de estacas de kiwizeiro com regulador vegetales nas quatro estações do ano**. Curitiba, 2002, 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais**. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1993, 40p.

PALANISAMY, K.; SUBRAMANIAN, K. Vegetative propagation of mature teak trees (*Tectona grandis* L.). **Silvae Genetica**, Frankfurt, v.50, n. 5-6, p. 188-191, 2001.

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

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

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 975 p.

RIBAS, K. C. **Efeito de auxinas, ácido bórico e suas interações no enraizamento de estacas herbáceas de *Macadamia integrifolia* Maiden & Betche**. Botucatu, 1993, 128f. Dissertação (Mestrado em Botânica). Universidade Estadual Paulista.

ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

RODRIGUES, J. E. F.; LUCCHESI, A. A. Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) através de estacas induzidas (capeadas) e com ácido indol butírico. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. XLIV, p.1-20, 1987.

St. HILAIRE, R.; BERTWART, C. A. F.; PEREZ-MUÑOZ, C. A. Adventitious root formation and development in cuttings of *Mussaenda erytrophylla* L. Schum & Thonn. **Hortscience**, Alexandria, v. 31, n. 6, p. 1023-1025, 1996.

SALISBURY, F.B; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. 4ed. Belmont, California: Wadsworth, 1992, 682 p.

SCHWAMBACH, J.; FADANELLI, C.; FETT-NETO, A. Mineral nutrition and adventitious rooting in microcuttings of *Eucalyptus globulus*. **Tree Physiology**, Victoria, v. 25, p. 487-494, 2005.

SEITZ, R. **Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco**. Curitiba, 1976. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná.

SILVA, I.C. **Propagação vegetativa de *Ocotea puberula* Benth & Hook e *Ocotea pretiosa* Nees pelo método da Estaquia**. Curitiba, 1984, 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná.

SOUZA, C.; NACHTIGAL J. C.; KERSTEN, E. Efeito da lesão e do ácido indolbutírico no enraizamento de duas cultivares de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.) através de estaca. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 171-174, 1995.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática**. Nova Odessa, Instituto Plantarum, 2005, 640p.

TOFANELLI, M. B. D. **Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico**. Lavras, 1999, 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras.

VEIERSKOV, B. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. In: DAVIS, T.D; HAISSIG, B. E; SANKLHA, N. **Adventitious rooting formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, p.70-78, 1988.

WASSNER, D.; RAVETTA, D. Vegetative propagation of *Grindelia chiloensis* (Asteraceae). **Industrial crops and Products**. Buenos Aires, v. 11, n.1, p. 7-10, 2000.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2002, 166p.

WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. Produção de mudas de corticeira-d-banhado (*Erythrina falcata* Benth) por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. **Comunicado Técnico Embrapa Florestas**, n. 130, Colombo, 2005.

WIESMAN, Z.; LAVEE, S. Relationship of carbohydrate sources and indole-3butyric acid in olive cuttings. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 22, p.811-816, 1995.

WILLIAMS, R.F.; BILDERBACK, T. E. Factors affecting rooting of *Rhododendron maximum* and *Kalmia latifolia* stem cuttings. **Hortscience**, Alexandria, v.15, n.6, p. 827-828, 1980.

XAVIER, A; SANTOS, G. A. Clonagem de espécies florestais nativas. In ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

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

ZANETE, F. **Propagação da pereira *Pirus comunis* var. Garber por estaquia lenhosa**. Curitiba, 1995, 59f. Tese (Concurso de professor titular de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Setor Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná.

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

3 CAPÍTULO I: ENRAIZAMENTO DE ESTACAS SEMILENHOSAS DE BROTAÇÕES DO ANO DE *Piptocarpha angustifolia* DUSÉN (ASTERACEAE) COM USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO

RESUMO

Piptocarpha angustifolia Dusén (Asteraceae) é uma espécie arbórea nativa brasileira, pertencente à Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), com potencial ambiental para recuperação de ecossistemas e econômico em plantios para produção madeireira. As sementes apresentam tamanho reduzido (< 3mm), o que dificulta a coleta e baixa germinação pela formação de poucas sementes viáveis, sugerindo a propagação vegetativa como alternativa para a produção de mudas com qualidades desejáveis aos fins específicos. Este trabalho teve como objetivo verificar o enraizamento de estacas semilenhosas de brotações do ano provenientes de plantas matrizes adultas, coletadas na primavera de 2004, verão, outono e inverno de 2005, no município de Colombo, estado do Paraná, Brasil, submetidas a tratamentos com uso do regulador vegetal ácido indol butírico na forma de solução alcoólica (50% v/v): 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹IBA. Foram avaliadas as porcentagens de estacas enraizadas, com calos, vivas e mortas, num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) composto por quatro repetições de 20 estacas por tratamento. Paralelamente, foram efetuadas análises anatômicas e bioquímicas de açúcares totais e proteínas. Não houve resposta de enraizamento adventício em qualquer dos tratamentos realizados nas épocas estudadas. A presença de fibras não foi relacionada ao impedimento da iniciação radicial. Os testes microquímicos revelaram a presença de amido na primavera de 2004, outono e inverno de 2005, não sendo conclusivos para a presença de compostos fenólicos. Os açúcares totais e proteínas não foram correlacionados ao enraizamento adventício.

Palavras-chave: vassourão-branco, espécie nativa brasileira, estaquia, auxina, anatomia

3 CHAPTER I: SEMIHARDWOOD CUTTINGS ROOTING OF ANNUAL SHOOTS OF *Piptocarpha angustifolia* DUSÉN (ASTERACEAE) WITH INDOLEBUTYRIC ACID USE

ABSTRACT

Piptocarpha angustifolia Dusén (Asteraceae) is a Brazilian native woody species belonging to Mixed Rain Forest (Araucaria's Forest) with potential use for environmental restoration and economical plantation for woody production. The seeds present reduced size that difficult collection and low germination by poor number of feasible seeds; suggesting the plant propagation by cuttings as alternative for plants production with quality for specific uses. This work aims to verify the rooting response for cuttings of annual shoots from mature plants, collected in spring 2004, summer, autumn and winter 2005 in Colombo, Paraná state, Brazil and submitted a different treatments by alcoholic solution use of plant growth regulator indolebutyric acid: 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹ IBA. The evaluation included rooting percentage, callus cuttings, alive and dead cuttings. The statistical analyses were made by completely randomized design with four replications of twenty cuttings. Anatomical and biochemical analysis of total carbohydrates and proteins were made. No adventitious rooting response was verified in all seasons studied. The presence of fibers was not related as anatomical barrier to rooting. The specific tests revealed presence of starch in spring 2004, autumn and winter 2005. Total carbohydrates and proteins weren't correlated to rooting.

Palavras-chave: white-brush, Brazilian native species, cutting, auxin, anatomy

3.1 INTRODUÇÃO

A ação humana relacionada à urbanização, agricultura, industrialização e outras atividades impactam os ecossistemas naturais levando a um crescente aumento no total de áreas degradadas e, conseqüentemente, paisagens fragmentadas com baixa conectividade entre os remanescentes, biodiversidade reduzida e risco de extinção local de espécies (KAGEYAMA; GANDARA, 2003).

Espécies arbóreas pioneiras da sucessão secundária vêm sendo consideradas as mais aptas na revegetação de áreas degradadas, devido suas características de rusticidade, crescimento rápido e plasticidade; entretanto, um número muito reduzido dessas espécies é utilizado devido à falta de informações silviculturais, especialmente as relacionadas ao seu manejo (GARCIA; ABREU; SOUSA, 2000).

A utilização de mudas de espécies nativas apresenta importância sob vários aspectos econômicos e sociais. Os sistemas agroflorestais representam alternativas viáveis para a recuperação de áreas degradadas em pequenas propriedades e para a fixação do pequeno produtor no campo (REIS; HILDEBRAND, 2000), assim como para o enriquecimento de reservas florestais (XAVIER; SANTOS, 2002). Entretanto, com a crescente demanda, a inexistência ou escassez de mudas de espécies nativas dificulta a implantação da restauração (XAVIER; SANTOS, 2002), supridas por iniciativas pontuais de instituições públicas e privadas que desenvolvem projetos de manejo visando a silvicultura para espécies de interesse particular para produção de mudas e estudos sobre plantio, espaçamento, sistemas de condução do fuste, nutrição, além de características da reprodução sexuada e assexuada (ROCHA, 2002).

Segundo PAIVA e GOMES (1993) os meios de propagação vegetativa utilizados são a enxertia, estaquia e cultura de tecidos ou micropropagação. Porém, com relação à viabilidade econômica, a estaquia é a técnica que permite o estabelecimento de plantios para multiplicação de genótipos selecionados a um custo menor, em curto período de tempo (DUARTE; FACHINELLO; SANTOS FILHO, 1992; LEONEL; RODRIGUES, 1993; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

A estaquia é um método amplamente difundido para muitas espécies lenhosas como o eucalipto e para a maioria das frutíferas comerciais (DUARTE;

FACCHINELO; SANTOS FILHO, 1992; LEONEL; RODRIGUES, 1993; ROCHA, 2002) que permite a produção de indivíduos de maneira seletiva e rápida, principalmente quando a espécie não apresenta sementes em quantidade ou qualidade desejadas (PAIVA; GOMES, 1993; ROCHA, 2002).

O princípio da propagação vegetativa por estaquia consiste em destacar parte da planta matriz (estaca), obtendo-se a regeneração da parte ou partes que estão faltando, a fim de formar uma planta nova e completa, pela indução do enraizamento adventício (FACHINELLO *et al.*, 1995; HARTMANN *et al.*, 2002), que necessita da presença de certos níveis de substâncias de crescimento natural na planta, como açúcares, proteínas e outros co-fatores que, como as auxinas, contribuem para a indução do enraizamento (PAIVA; GOMES, 1993; ONO; RODRIGUES, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). Porém, diante da dificuldade de enraizamento que envolve fatores relacionados à própria planta ou a condições ambientais (BIASI, 1996) o uso de reguladores vegetais é aconselhável (TOFANELLI, 1999).

Outros fatores relacionados à juvenilidade do material a ser propagado interferem no processo de indução do enraizamento, pois estacas provenientes de plantas matrizes mais adultas fornecem material vegetativo que apresenta maior dificuldade para enraizar (HARTMANN *et al.*, 2002), necessitando de técnicas de rejuvenescimento que resgatem condições favoráveis ao enraizamento e crescimento (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000), e pode ser obtido por técnicas como poda drástica, aplicações de citocininas ou herbicidas, propagação seriada via enxertia ou via estaquia e micropropagação (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000), ou ainda, pela utilização da miniestaquia que vem demonstrando resultados promissores (WENDLING, 1999).

Piptocarpha angustifolia Dusén (Asteraceae), também denominada vassourão-branco, é uma espécie florestal nativa pioneira, com potencial aproveitamento econômico e ambiental, cuja abrangência coincide com regiões de distribuição natural do pinheiro-brasileiro (SEITZ, 1976; INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984; CARVALHO, 2003). Apresenta desenvolvimento satisfatório em solos alterados e crescimento rápido (SEITZ, 1976), com 1000 plantas alcançando a produtividade de $30\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ aos 7 anos de idade (CARVALHO, 2003).

A necessidade da obtenção de informações sobre a propagação de espécies florestais nativas e o potencial aproveitamento econômico e ambiental da espécie, contraposto por sua dificuldade de propagação via seminal devido à baixa porcentagem de sementes viáveis, apontam a estaquia como possível alternativa viável para a produção de mudas desta espécie.

Esta pesquisa teve como objetivos verificar o enraizamento de *Piptocarpha angustifolia* Dusén pela estaquia semilenhosa em brotações do ano de plantas matrizes adultas com a realização de coletas nas quatro estações do ano e utilização de diferentes concentrações do ácido indol butírico. Paralelamente foram realizadas análises anatômicas e bioquímicas das estacas com a finalidade de verificar possíveis impedimentos à iniciação do enraizamento adventício no material vegetativo utilizado.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Estaquia

Foram selecionados dez pontos de coleta para plantas matrizes adultas (Anexo 1-A), com diâmetro à altura do peito (DAP) variando entre 20 e 40cm (Anexo 1) a uma distância mínima de 100 metros entre árvores ou entre agrupamentos de indivíduos, denominados “reboleiras”, com o objetivo de garantir a variabilidade entre indivíduos. As coletas foram realizadas nos bairros Monte Castelo, Roseira e Imbuial, localizados no município de Colombo (25° 19' 18,48139"S e 49° 09' 32,87741"W), a uma altitude média de 950 m, estado do Paraná, Brasil. Pelo Sistema Internacional de Köeppen, o clima da região é do tipo Cfb, subtropical úmido, sem estação seca (1410 mm de chuva por ano), com temperatura média anual de 16,5°C e inverno rigoroso. A exsicata do material botânico utilizado encontra-se depositada no Herbário da Embrapa Florestas, registrada sob número HFC 7090.não aparentados (INA) no experimento (RESENDE, 2002).

Cada coleta foi realizada no último mês de cada estação do ano:

- Primavera de 2004: 23/11/2004
- Verão de 2005: 25/02/2005
- Outono de 2005: 13/05/2005
- Inverno de 2005: 12/08/2005

As saídas a campo para coleta foram realizadas sempre nas primeiras horas da manhã, visando evitar a desidratação do material, onde foram coletadas brotações da copa, desprezando-se as porções terminais herbáceas, para confecção de estacas caulinares semilenhosas. O padrão de comprimento foi de 12cm e diâmetro entre 0,5 e 1,0cm, mantendo-se dois a três entrenós; corte em bisel na base e corte reto na porção superior, onde foram mantidas duas folhas com área reduzida à metade, com objetivo de reduzir a perda de água pela transpiração foliar. Durante o processo de confecção, as estacas foram mantidas em baldes com água para evitar desidratação do material.

Para a desinfestação, as estacas foram tratadas com hipoclorito de sódio a 0,5% por 10 minutos, lavagem posterior em água corrente por 5 minutos e imersão das bases em fungicida Benomyl ($0,25\text{gL}^{-1}$) durante 15 minutos. Em seguida, cerca de 1,5cm das bases das estacas foram mergulhadas em solução alcoólica (50% v/v) de ácido indol butírico (IBA) [Ácido 4-(3-indolil butírico P.S.) do Laboratório Vetec Química Fina Ltda.], por 10 segundos de imersão conforme os seguintes tratamentos:

- 0 mgL^{-1} IBA
- 500 mgL^{-1} IBA
- 1000 mgL^{-1} IBA
- 1500 mgL^{-1} IBA
- 3000 mgL^{-1} IBA

A testemunha (0 mgL^{-1} IBA) foi preparada somente com a utilização de água e álcool (50%), sem adição do regulador vegetal ácido indol butírico. O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com 53cm^3 , contendo vermiculita de granulometria média como substrato, em casa-de-vegetação climatizada com nebulização intermitente ($>80\%$ UR – umidade relativa) do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, Estado do Paraná (Anexo 1-C).

Após 70 dias da instalação foram analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento das três maiores raízes por estaca, porcentagem de estacas com calos (sem raízes e com calos), porcentagem de estacas vivas (sem raízes e sem calos) e porcentagem de estacas mortas. O delineamento foi inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos com quatro repetições de 20 estacas por parcela, totalizando 400 estacas em cada época. Os resultados foram submetidos ao teste de Bartlett para verificação de homogeneidade das variâncias dos tratamentos, à análise de variância (teste F), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.2.2 Análises anatômicas

Para a análise anatômica qualitativa foram coletadas amostras das bases de duas estacas no momento de instalação do experimento na primavera de 2004 e verão, outono e inverno de 2005.

A fixação das amostras foi feita em FAA 70 (JOHANSEN, 1940) durante 24 horas, e depois conservadas em álcool 70%. Para a preparação das lâminas permanentes, os materiais foram emblocados em historresina (GMA-glicol metacrilato), segundo a técnica de FEDER e O'BRIEN (1968).

Os blocos foram seccionados em micrótomo de rotação. Os cortes foram obtidos com 7µm de espessura e corados com azul de toluidina (FEDER; O'BRIEN 1968). As lâminas foram montadas com resina sintética (Permalte[®]). Lâminas semi-permanentes também foram montadas para realizar testes microquímicos, com lugol para detecção da presença de amido e cloreto férrico para detecção de compostos fenólicos (JOHANSEN, 1940).

3.2.3 Análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas

Para análises referentes às concentrações de açúcares totais e de proteínas na primavera de 2004, verão, outono e inverno de 2005, foram utilizadas amostras com o padrão das estacas utilizadas nos experimentos de estaquia, com duas ou três repetições por análise. Cada estaca foi macerada com 10ml de álcool 80° e a extração dos açúcares feita em banho-maria (70-80°C) durante 10 minutos (adaptado de NASCIMENTO *et al.*, 1998). Após este período, realizou-se a filtragem, com o resíduo submetido a mais duas extrações. O filtrado final foi evaporado a 50°C e o extrato ressuspenso em 3ml de água destilada, sendo mantido em congelador.

As amostras foram posteriormente utilizadas para análise de açúcares totais pelo método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956) utilizando glucose como padrão, com leitura em espectrofotômetro em absorbância de 490nm.

Os mesmos procedimentos de maceração, extração e filtragem foram utilizados para proteínas, sendo determinadas pelo método de BRADFORD (1976), com a utilização do padrão albumina bovina (BSA).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Estaquia

3.3.1.1 Primavera de 2004

Não houve registro de estacas enraizadas ou vivas, somente estacas com calos e mortas; os tratamentos tiveram efeito significativo para essas duas variáveis analisadas (Tabela 1).

TABELA 1 - Análise de variância das porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos e mortas, na primavera (novembro de 2004).

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO	
		CALOS	MORTAS
Tratamentos	4	214,37 **	7314,37**
Erro	15	7,96	6,90
Total	19		
Coeficiente de Variação (%)		62,72	3,48
Teste de Bartlett (χ^2)		99,39 ^{ns}	99,50 ^{ns}

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo

A maior porcentagem (17,5%) de estacas com calos foi obtida sem uso do regulador vegetal; a adição do ácido indol butírico interferiu significativamente, com redução na formação de calos e aumento da mortalidade das estacas (Tabela 2).

TABELA 2 - Comparação de médias das porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos e mortas, na primavera (novembro de 2004).

TRATAMENTOS (mgL ⁻¹ IBA)	ESTACAS COM CALOS (%)	ESTACAS MORTAS (%)
0	17,5 A	82,5 B
500	2,5 B	97,5 A
1000	0,0 B	100,0 A
1500	1,3 B	98,7 A
3000	1,3 B	98,7 A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O período de florescimento da espécie tem início nesta época. Segundo LOPES e BARBOSA (2000), a floração e a frutificação competem com o enraizamento, pois a síntese de giberelina pode atuar antagonicamente à síntese de auxina e, conseqüentemente, à formação de raízes. ONO *et al.* (1994) observaram em *Platanus acerifolia* (Ait.) Willd. que o menor número de estacas enraizadas ocorreu na primavera, provavelmente em conseqüência do alto nível de giberelina verificado nesta época.

3.3.1.2 Verão de 2005

As estacas semilenhosas de brotações do ano de *Piptocarpha angustifolia* Dusén submetidas aos cinco tratamentos apresentaram 100% de mortalidade. Foi verificada a perda rápida de folhas e intensa desidratação, mesmo sob regime de nebulização intermitente. Provavelmente fatores relacionados à temperatura e ao período de florescimento podem estar relacionados a estes resultados, conforme descrito por LEONEL e RODRIGUES (1993) na estaquia de lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.) onde destacaram que, mesmo sob regime de nebulização não houve reposição suficiente da grande perda de água ocorrida pela transpiração.

3.3.1.3 Outono de 2005

Não houve registros de estacas enraizadas. Duas estacas com calos foram desconsideradas na análise estatística. A análise de variância (Tabela 3) revelou que não houve efeito significativo entre os tratamentos para estacas vivas ou mortas.

TABELA 3 - Análise de variância das porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén vivas e mortas, no outono (maio de 2005).

FONTES DA VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO	
		VIVAS	MORTAS
Tratamentos	4	158,80 ^{ns}	193,09 ^{ns}
Erro	15	86,20	85,32
Total	19		
Coeficiente de Variação (%)		61,53	10,95
Teste de Bartlett (χ^2)		81,91 ^{ns}	86,13 ^{ns}

^{ns} não significativo

A solução testemunha e a dosagem de 500mgL⁻¹ IBA foram as que apresentaram maiores valores numéricos para estacas vivas e os menores para estacas mortas (Tabela 4), sugerindo inadequação das dosagens do regulador vegetal utilizadas nos tratamentos, conforme citado por LEONEL e RODRIGUES (1993) para estaquia de lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.) cujas estacas foram coletadas na mesma época e tratadas com 2000mgL⁻¹ de IBA.

TABELA 4 - Comparação de médias entre as porcentagens de estacas vivas e mortas provenientes de brotações do ano de plantas adultas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén, no outono (maio de 2005).

TRATAMENTOS (mgL ⁻¹ IBA)	ESTACAS VIVAS (%)	ESTACAS MORTAS (%)
0	18,6 A	80,1 A
500	23,8 A	74,9 A
1000	10,6 A	89,4 A
1500	14,6 A	85,4 A
3000	8,0 A	92,0 A
Média geral	15,1	84,4

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Foi observado um alto índice de estacas mantidas vivas e com folhas que não apresentaram formação de calos, mas o desenvolvimento de brotações, indicando o provável consumo de reservas relacionadas ao período de repouso vegetativo da espécie. HARTMANN *et al.* (2002) cita que para algumas espécies o consumo de reservas utilizadas para formação de brotações prejudicam o enraizamento. A relação de redirecionamento de energia (fonte - dreno) foi observada por ADAMS e ROBERTS (1987), quando o desenvolvimento de gemas em estacas de três cultivares do gênero *Rhododendron* inibiu a iniciação radicial.

3.3.1.4 Inverno de 2005

Houve mortalidade geral das estacas provenientes de brotações do ano provenientes de plantas matrizes adultas. Foi observada a queda de folhas que antecedeu a necrose das bases das estacas.

3.3.2 Análises anatômicas

As observações realizadas em secções transversais de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén provenientes de plantas matrizes adultas revelaram epiderme com células alongadas no sentido anticlinal e 6 a 9 camadas de parênquima cortical (Figura 1). As camadas mais externas desse parênquima apresentam fibras dispostas em camadas ou fileiras descontínuas, sendo denominadas fibras do floema primário (Figura 2 A-C). RAVEN, EVERT e EICHHORN (2001) descreveram estas fibras como células que apresentam parede espessa, localizadas externamente ao floema secundário.

BEAKBANE (1961) observou a influência da estrutura anatômica do floema primário sobre a capacidade da formação de raízes em estacas de frutíferas e concluiu que plantas de difícil enraizamento freqüentemente apresentam alto grau de esclerificação. Segundo ONO e RODRIGUES (1996) o grau de continuidade da camada esclerenquimática é inversamente proporcional à capacidade de enraizamento das estacas. WHITE e LOVELL (1984) verificaram em estacas de plantas adultas de *Griselinia littoralis* e *G. lucida*, a formação de um anel contínuo formado por fibras e esclereídes no floema primário do caule impedindo a emissão dos primórdios radiciais. Em *Piptocarpha angustifolia* Dusén, a camada de fibras apresenta uma descontinuidade, indicando a possibilidade de não constituir uma barreira mecânica ao enraizamento.

O cilindro vascular (Figura 2 A) é composto de feixes colaterais com floema primário, limitado externamente por calotas de fibras pericíclicas e xilema primário. Todas as estacas analisadas apresentaram crescimento secundário inicial (Figura 2 A-D). O floema secundário é depositado internamente ao floema primário, apresentando raios parenquimáticos largos e contínuos com a região interfascicular. St HILAIRE, BERWART e PERES-MUÑOZ verificaram que na região de células parenquimáticas do floema adjacente ao câmbio ocorreu a formação das raízes adventícias em *Mussaenda erytrophylla* L. Schum & Thonn. A região do xilema secundário apresenta raios parenquimáticos mais estreitos próximos à região cortical e vasos isolados ou agrupados com raios parenquimáticos largos mais internamente.

O crescimento do câmbio apresentou-se mais avançado nas estações outono, inverno e primavera, coincidindo com os períodos de maior acúmulo de

açúcares totais nas estacas (Figura 1 A-C-D). IRITANI, SOARES e GOMES observaram em erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) que o aumento da atividade cambial induzido pelas auxinas favoreceu a formação de calos e a iniciação radicial.

A observação dos cortes nas quatro estações do ano (Figura 1) revelou menor atividade do câmbio nas estações da primavera e outono (Figura 1 A-C), e maior atividade no verão e inverno (Figura 1 B-D), com presença de maior quantidade de células em diferenciação. Embora o inverno seja tipicamente um período de repouso vegetativo, as elevações de temperatura verificadas (Anexo 3) possivelmente contribuíram para esse fenômeno.

Segundo ANGYALLOSSI-ALFONSO e MARCATI (2004) o câmbio pode sofrer dormência durante períodos de estresse, onde a disponibilidade hídrica nos trópicos induz a sazonalidade cambial. Nestes períodos a divisão celular cessa, resultando em uma região cambial mais estreita em relação aos períodos favoráveis ao crescimento.

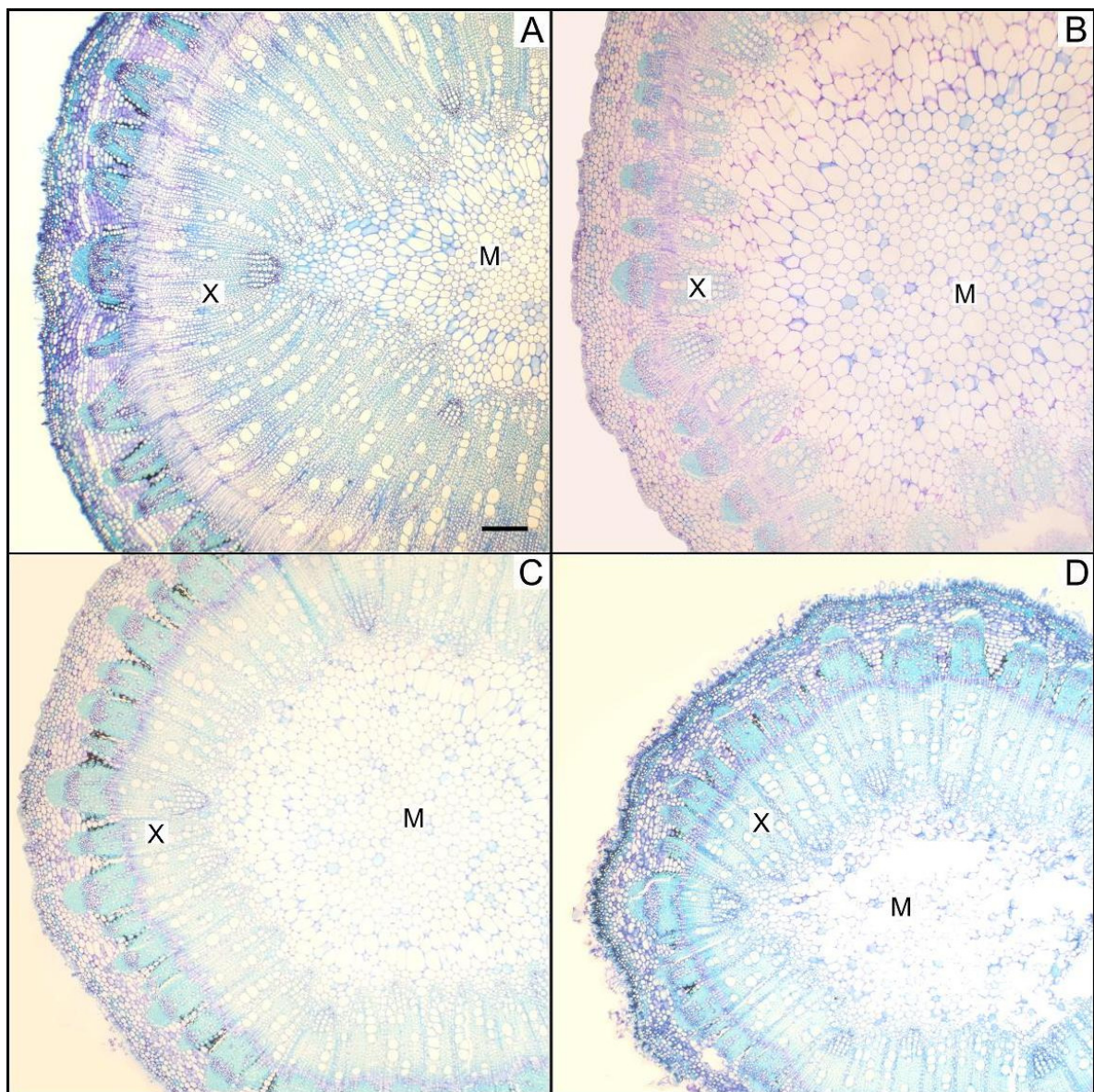


FIGURA 1 - A-D. Vista geral das secções transversais da base das estacas caulinares semilenhosas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén: Primavera/2004 (A); Verão/2005 (B); Outono/2005 (C); Inverno/2005 (D). Visualizar a medula (M) e o xilema (X). Barra = 200 μ m.

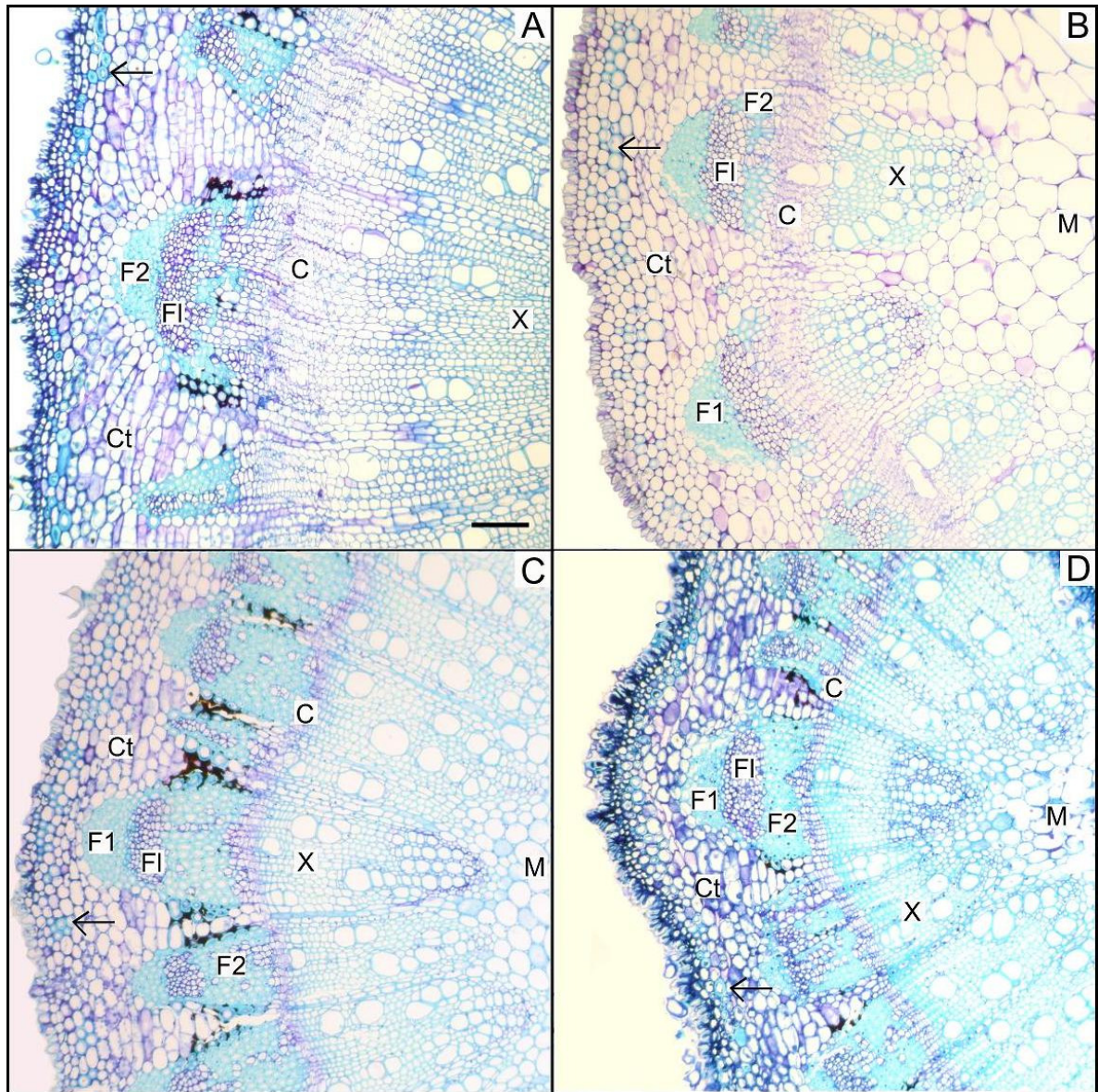


FIGURA 2 – A-D. Detalhes das seções transversais da base das estacas caulinares semilenhosas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén: Primavera/2004 (A); Verão/2005 (B); Outono/2005 (C); Inverno/2005 (D). Visualizar a medula (M); o xilema (X); o câmbio (C); as fibras do floema secundário (F2); as fibras do floema primário (F1); o floema secundário (FI); o córtex (Ct) e as fibras pericíclicas (Seta). Barra = 100 μ m.

Os testes microquímicos com lugol (Figura 3) revelaram a presença de amido na região da endoderme durante as estações do outono, inverno e primavera (Figura 3 A-C-D), concentrando-se nas camadas de células mais internas do córtex, delimitado por fibras pericíclicas. Para o enraizamento de oliveira (*Olea europea* L.), o amido constituiu a maior fonte de carboidratos requeridos ao processo de indução radicial, uma vez que a taxa de fotossíntese permanece reduzida nas estacas (WIESMAN e LAVEE, 1995).

Não foi verificada deposição de amido no verão (Figura 3 B), possivelmente devido ao consumo relacionado ao período de floração. Segundo ONO e RODRIGUES (1996), a presença de amido nas estacas pode ser resultado do acúmulo realizado durante o período de dormência; nas estações subseqüentes este amido é disponibilizado para consumo durante os períodos de floração e frutificação.

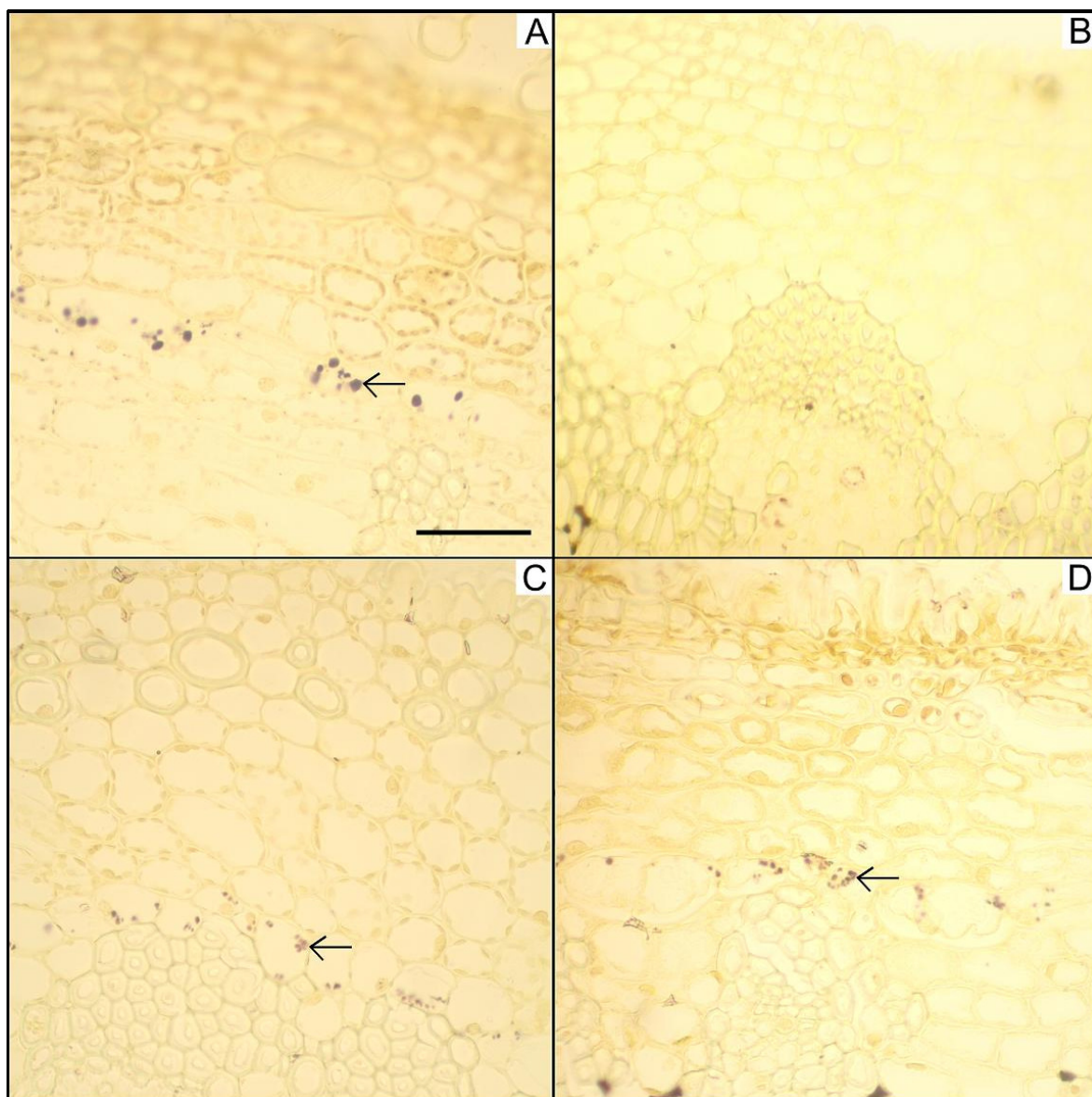


FIGURA 3 – A–D. Testes com lugol para detecção de amido em secções transversais da base das estacas caulinares semilenhosas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén: Primavera/2004 (A); Verão/2005 (B); Outono/2005 (C); Inverno/2005 (D). Barra = 50 µm.

Os testes microquímicos com cloreto férrico (Figura 4) não evidenciaram conclusivamente a presença de compostos fenólicos específicos pela alteração coloração devido a preexistência de uma substância de coloração intercelular escura. O corte do caule e a imersão das bases das estacas em soluções de hipoclorito de sódio e Benomyl podem ter causado a oxidação dos tecidos e conseqüente liberação de compostos fenólicos. Testes específicos seriam necessários para identificar a composição química dessa substância a fim de esclarecer a influência desse composto sobre o enraizamento, pois a presença de compostos classificados genericamente como mono e polifenóis pode interferir no processo de indução radical por atuarem, respectivamente, como ativadores e inibidores do sistema IAA-oxidase (ONO; RODRIGUES,1996).

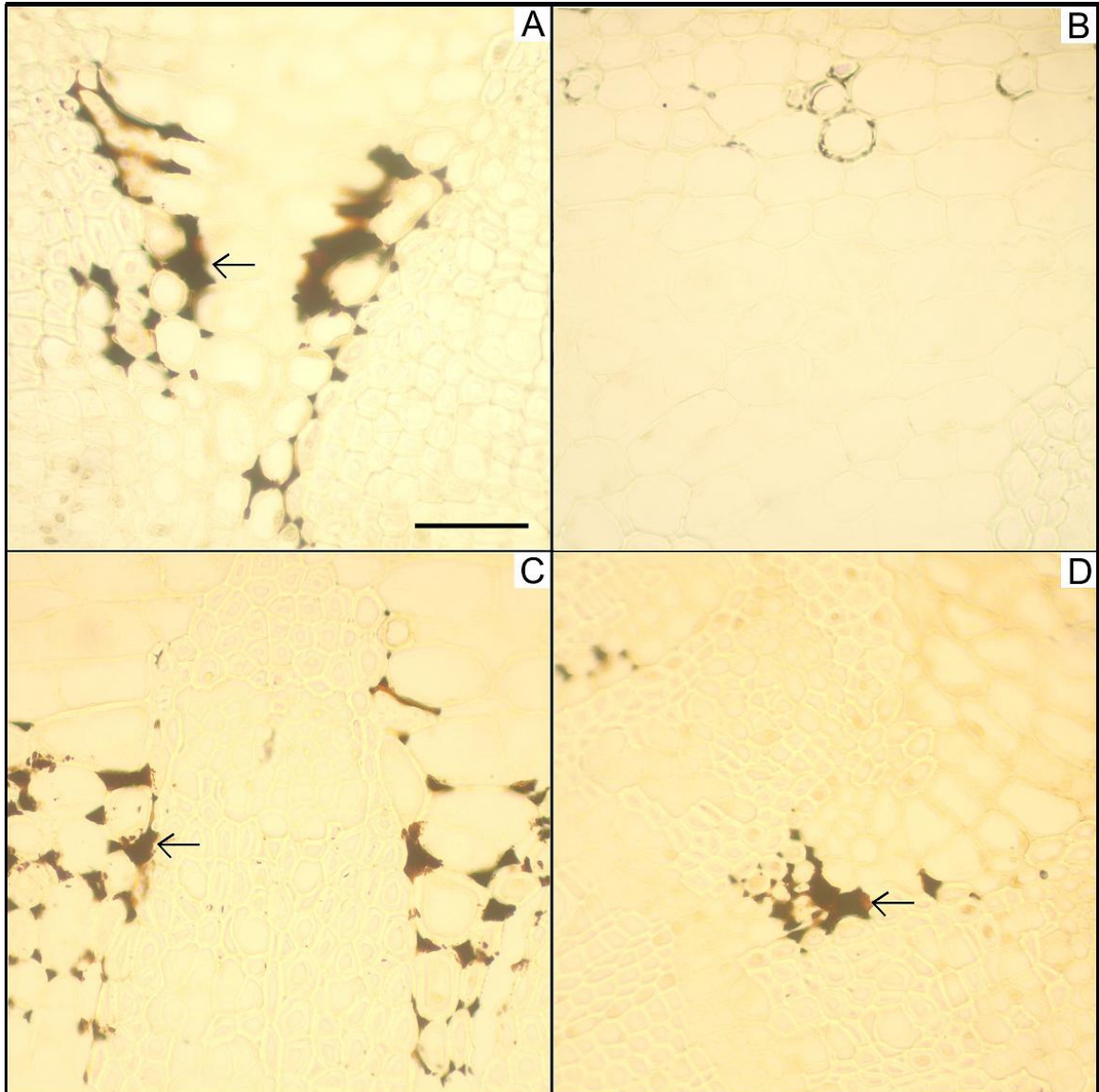


FIGURA 4 – A-D. Testes microquímicos com reagente cloreto férrico em secções de transversais da base das estacas semilenhosas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén na primavera/2004 (A); verão/2005 (B); Outono (C); inverno (D). Deposição de substância preexistente (setas). Barra = 50 μ m.

O corte realizado em estaca com formação de calo proveniente de planta matriz adulta na avaliação no outono/2005 apresentou a formação de primórdio radicial originado provavelmente na região do câmbio (Figura 5). Segundo McMAHON, KOFRANEK e RUBATZKY (2002), as raízes em estacas de plantas perenes lenhosas originam-se no tecido do floema secundário jovem ou de outros tecidos, como o câmbio e a medula.

A iniciação radicial pode ocorrer de maneira direta ou indireta, pela formação do calo. Em *Piptocarpha angustifolia* Dusén foi observada a formação da massa celular indiferenciada na qual ocorreu a iniciação. O primórdio surgiu na região correspondente ao câmbio interfascicular, deslocando as estruturas adjacentes para a periferia no momento da emergência, com possível evidência da formação da conexão vascular. O local de formação do primórdio radicial verificada em *Piptocarpha angustifolia* Dusén correspondeu ao descrito por BOEGER, ALQUINI e NEGRELLE (2004) que verificaram a formação de raízes adventícias de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel) no câmbio fascicular. St. HILAIRE, BERWART e PEREZ-MUÑOZ (1996) verificaram a formação de raízes em *Mussaenda erythrophylla* L. Schum & Thonn a partir da desdiferenciação de células parenquimáticas do floema, adjacentes ao câmbio vascular.

Nos cortes analisados foi observada a presença de uma substância densa (Figura 6-D), provavelmente mucilagem, de coloração roxa (com azul de toluidina) obstruindo o lume dos elementos de vaso, provavelmente produzidas pelas células adjacentes a esses elementos. Esta deposição é feita pela calose, um polissacarídeo composto de resíduos de glicose arranjados espiraladamente que surgem como resposta à injúria e possivelmente relacionada a mecanismos da defesa vegetal contra patógenos (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2001).

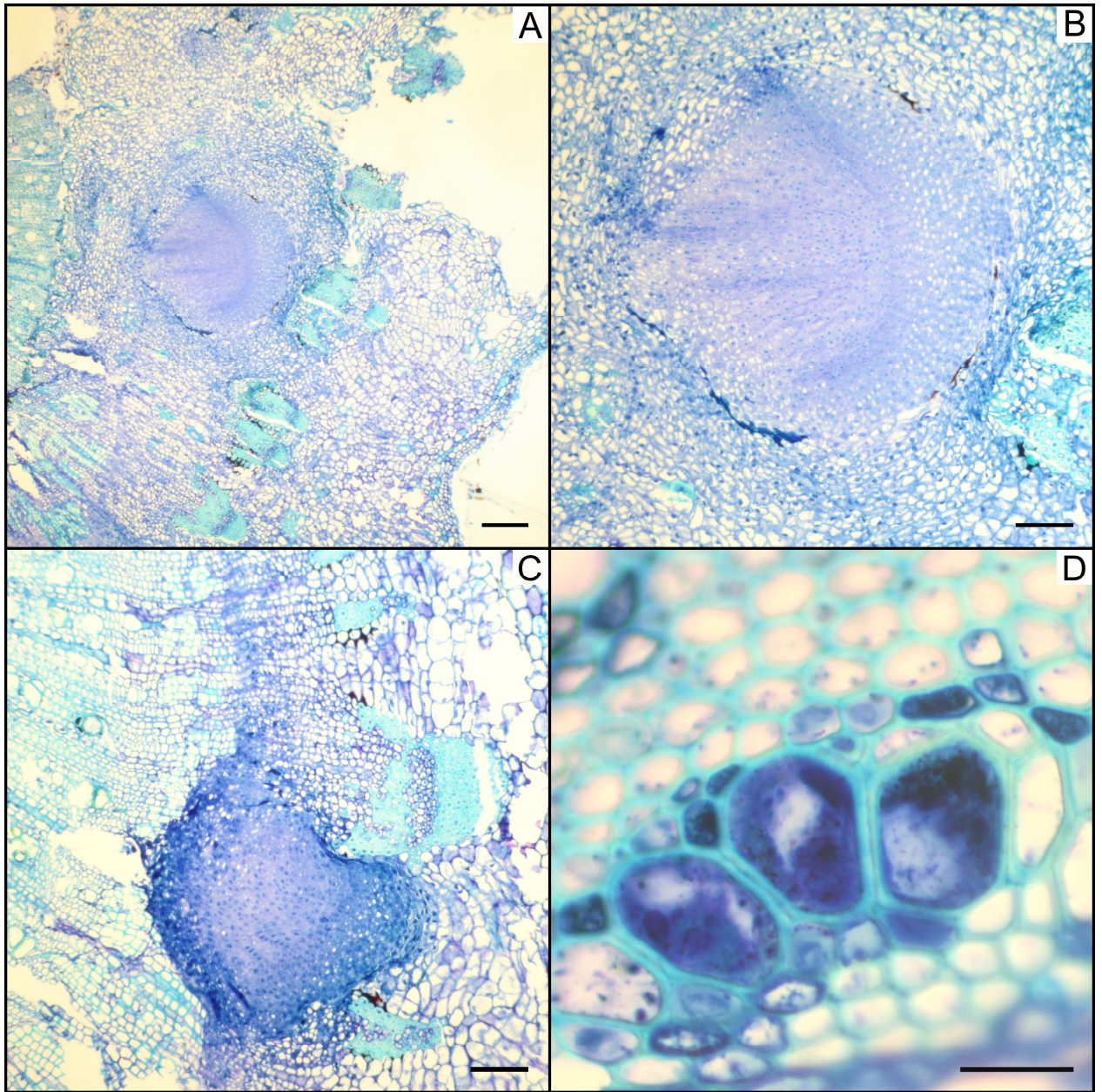


FIGURA 5 – A-D. Primórdio radicial em secção transversal da base de estaca semilenhosa de *Piptocarpha angustifolia* Dusén (inverno de 2005). Barra = 200 μm (A); Barra = 100 μm (B); Barra = 100 μm (C). Elemento de vaso obliterado por mucilagem. Barra = 25 μm (D).

3.3.3 Análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas

As maiores concentrações de açúcares totais (Figura 6) foram obtidas no outono e inverno, respectivamente, sendo que no outono foram verificados os índices mais elevados de estacas vivas. Estes resultados coincidem parcialmente com os citados por ZANETE (1995) sobre o período de repouso vegetativo das espécies, no qual as reservas se acumulam nos tecidos para o posterior período de florescimento e frutificação.

As reservas de amido e a fotossíntese constituem a fonte de carboidratos nos tecidos das estacas (HARTMANN *et al.*, 2002), sendo mobilizados durante o processo de enraizamento; o excesso desses compostos, porém, pode gerar efeito limitante sobre o enraizamento causado pela inibição da sacarose-sintetase, que reduz a habilidade da sacarose em promover a emissão de raízes (ONO; RODRIGUES, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001).

Com relação à variação dos teores de proteínas (Figura 6), serão necessárias análises qualitativas que possam elucidar de que forma enzimas específicas atuam sobre o enraizamento das estacas. O aumento da concentração de várias enzimas logo após o período de confecção das estacas, dentre elas a peroxidase, que tem sido utilizada como marcador da fase de indução ao enraizamento (HARTMANN *et al.*, 2002).

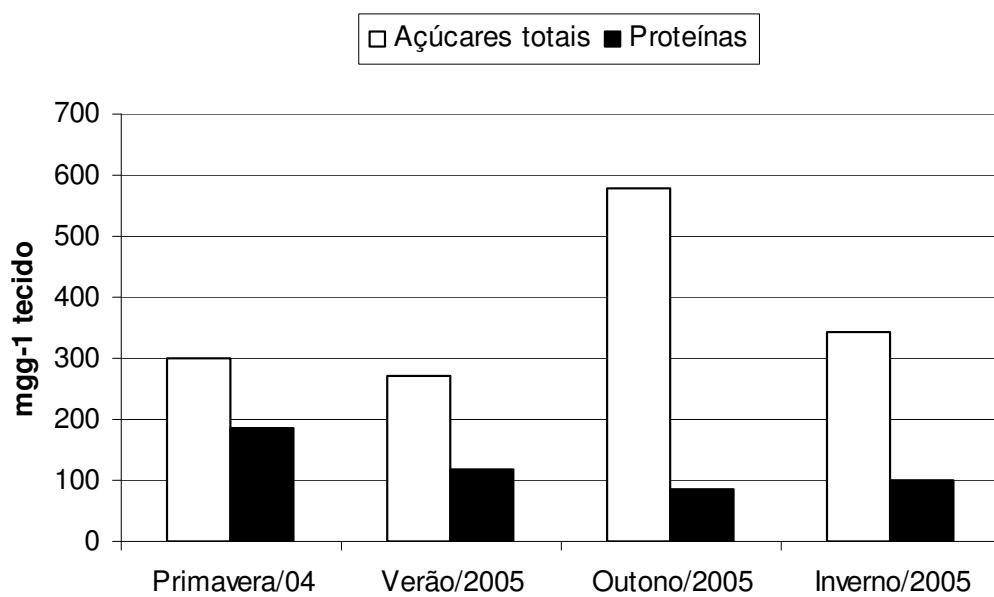


FIGURA 6 – Teores de açúcares totais e proteínas em estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén provenientes de plantas matrizes adultas na primavera de 2004, verão, outono e inverno de 2005

5 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento foi possível concluir que a estaquia semilenhosa de brotações do ano de plantas adultas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén não é viável, mesmo com a aplicação de ácido indol butírico.

A presença de fibras possivelmente não constituiu barreira anatômica à indução radicial.

As concentrações de açúcares totais e proteínas não apresentaram correlação com o enraizamento adventício.

REFERÊNCIAS*

- ADAMS, D. B.; ROBERTS, A. N. A morphological time scale for predicting rooting potencial in *Rhododendron* cuttings. **American Society for horticultural Science**, Alexandria, v. 91, p. 753-76. 1967.
- ANGYALLOSSI-ALFONSO, V.; MARCATI, C.R. Câmbio vascular. In APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. CARMELLO-GUERREIRO, S.M. **Anatomia vegetal**. Viçosa: UFV, p. 205-212, 438p.
- BEAKBANE, A. B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. **Nature**, Londres, v. 192, p. 954-955. 1961.
- BIASI, L. A; COSTA, G. Propagação vegetativa de *Lippia Alba*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 455-459, 2003.
- BOEGER, M. R. T.; ALQUINI, Y.; NEGRELLE, R. R. B. Características anatômicas da região nodal de estacas em diferentes fases de desenvolvimento de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel – Asteraceae) e formação de raízes adventícias. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2004.
- BRADFORD, M. M; A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, Nova Iorque, v. 72, p. 248-254, 1976.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Técnica, 2003, 1039 p.
- DUARTE, O. R.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS FILHO, B.G. Multiplicação da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.) através de estacas semilenhosas, **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 513-516, 1992.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of carbohydrates and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.28, n.3, p.350-56, 1956.
- FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1995. 179p.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant microtechnique: some principles and new methods. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 55, n. 1, p. 123-142, 1968.
- GARCIA, L. C.; ABREU, D. C. A.; SOUSA, S.G.O. Aspectos silviculturais relacionados a tecnologia de sementes de espécies arbóreas pioneiras utilizadas na

* Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Normas para apresentação de documentos científicos**; 9., Curitiba: Ed. da UFPR, 2000.

recuperação de áreas degradadas. In: **Anais do Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**, 4., Blumenau:FURB, 2000, 285 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New York: Englewood Clippis, 2002. 880p.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípio básicos e a sua evolução no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 192, 2000, 13p.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba, Fundação de pesquisas florestais do Paraná, 1984, 260p.

IRITANI, C.; SOARES, R. V.; GOMES, A. V. Aspectos morfológicos da aplicação de reguladores do crescimento nas estacas de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. **Acta Biológica Paranaense**. Curitiba, v. 15, n. 1-4, p. 21-46,1986.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechnique**. New York, MacGraw-Hill Book Co, 1940, 523p.

KAGEYAMA, P.; GANDARA, F. B. Avanços Tecnológicos no programa de restauração com espécies nativas. In: **Restauração Florestal: Fundamentos e Estudos de Casos**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2003, 97p.

LEONEL, S.; RODRIGUES, J. D. Efeitos da aplicação de reguladores vegetais e do ácido bórico em estacas de lichieira (*Litchi chinensis* SONN.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 1, p. 33-39, 1993.

LOPES, J. C.; BARBOSA, J. G. **Propagação de plantas ornamentais**. Cadernos didáticos, n.41, Viçosa, Editora da Universidade Federal de Viçosa, 2000, 46p.

McMAHON, M. I.; KOFRANEK, A.M.; RUBATZKY, V.E. **Hartmann's plant science: growth, development and utilization of cultivated plants**. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 573p.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P. R.; ARAÚJO, E. F.; SANTANNA, R. Distribuição de amido, açúcares solúveis e atividades de invertases em explantes de soja sob várias concentrações de sacarose e diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 125-130, 1998.

ONO, E. O.; BARROS, S. A.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Enraizamento de estacas de *Platanus acerifolia* tratadas com auxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1373-1380, 1994.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da Fisiologia do Enraizamento de Estacas caulinares**. Jaboticabal: UNESP, 1996, 83p.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Imprensa Universitária UFV, 1993, 40p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. R.; EICHOORN, S. E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 906p.

REIS, C. S.; HILDEBRAND, M. Z. Avaliação de um sistema agroflorestal com espécies arbóreas nativas visando a recuperação de áreas degradadas em pequenas propriedades rurais. In **Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas**, 6., Anais.... Blumenau: FURB, 2000, 285p.

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

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, 975 p.

ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

St. HILAIRE, R.; BERTWART, C. A. F.; PEREZ-MUÑOZ, C. A. Adventitious root formation and development in cuttings of *Mussaenda erytrophylla* L. Schum & Thonn. **Hortscience**, Alexandria, v. 31, n. 6, p. 1023-1025, 1996.

SEITZ, R. **Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco**. Curitiba, 1976. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

TOFANELLI, M. B. D. **Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico**. Lavras, 1999, 87f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal de Lavras.

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

WHITE, J.; LOVELL, P.H. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *Griselinia lucida*. **Annals of Botany**, Londres, v. 54, p. 7-20, 1984.

WIESMAN, Z.; LAVEE, S. Relationship of carbohydrate sources and indole-3butyric acid in olive cuttings. **Australian Journal of Plant Physiology**. Melbourne, v. 22, p.811-816, 1995.

XAVIER, A; SANTOS, G. A. Clonagem de espécies florestais nativas. In ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

ZANETE, F. **Propagação da pereira *Pirus comunis* var. Garber por Estaquia lenhosa**. Curitiba, 1995, 59f. Tese (Concurso de professor titular de Fitotecnia e Fitossanitarismo – Setor Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná.

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

4 CAPÍTULO II: ENRAIZAMENTO DE ESTACAS SEMILENHOSAS DE BROTAÇÕES DE CEPA DE *Piptocarpha angustifolia* DUSÉN (ASTERACEAE) COM O USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO

RESUMO

Piptocarpha angustifolia Dusén (Asteraceae) é uma espécie arbórea nativa brasileira, pertencente à Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária) que possui potencial ambiental e econômico para utilização na construção civil e caixotaria. A produção de sementes apresenta baixa viabilidade, além da dificuldade de coleta. Este trabalho teve como objetivo verificar a resposta de enraizamento de estacas provenientes de brotações de cepa coletadas no verão, outono e inverno de 2005 no município de Colombo, estado do Paraná, Brasil, submetidas a tratamentos com uso do regulador vegetal ácido indol butírico na forma de solução: 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹ IBA. Foram avaliadas as porcentagens de estacas enraizadas, com calos, vivas e mortas num delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) composto por 4 repetições de 20 estacas por tratamento. Paralelamente foram efetuadas análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas para verificação de possível inibição da iniciação radicial. O enraizamento adventício (1,3%) ocorreu somente no verão de 2005. Os açúcares totais apresentaram maior concentração no outono e inverno de 2005, períodos de repouso vegetativo da espécie, não sendo correlacionados ao enraizamento. O ácido indol butírico não promoveu a iniciação radicial em estacas provenientes de brotações de cepa.

Palavras-chave: vassourão-branco, estaquia, rejuvenescimento, auxina, poda.

4 CHAPTER II: SEMIHARDWOOD CUTTINGS ROOTING OF *Piptocarpha angustifolia* DUSÉN (ASTERACEAE) SPROUTS BY PRUNING WITH INDOLEBUTYRIC ACID USE

ABSTRACT

Piptocarpha angustifolia Dusén (Asteraceae) is a Brazilian native woody species belonging to Mixed Rain Forest (Araucaria's Forest) with environmental and economical potential for timber use. The seeds production presents poor feasibility and collection difficult. This work aims to verify the rooting response by cuttings of sprouts by pruning collected in summer, autumn and winter 2005 in Colombo city, Paraná state, Brazil and submitted a different treatments with use of plant growth regulator indolebutyric acid by solution: 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹ IBA. The evaluation included rooting percentage, callus cuttings, alive and dead cuttings. The statistical analyses were made according to completely randomized design with four replications of twenty cuttings per experimental unit. Analysis of total carbohydrates and proteins were made to verify inhibition of rooting. Adventitious rooting (1,3%) occurred only in summer 2005 and the major concentration of total carbohydrates occurred in autumn and winter 2005, in vegetative rest of the species and weren't related with rooting response. The indolebutyric acid didn't promote rooting initiation on cuttings by sprouts.

Key-words: white-brush, cuttings, rejuvenation, auxin, pruning

4.1 INTRODUÇÃO

Entre os principais fatores que interferem na propagação vegetativa têm-se a maturação/juvenildade dos propágulos, nutrição mineral da planta matriz, reguladores vegetais, luminosidade, temperatura, umidade e técnica de propagação empregada (WENDLING, 1999).

A maturação nas plantas lenhosas induz variações na capacidade da propagação vegetativa (ZOBEL; TALBERT, 1984, BIASI, 1996; HARTMANN *et al.*, 2002). Segundo COUVILLON (1988) os ramos da copa maduros apresentam dificuldade em emitir raízes devido ao balanço hormonal diferente daquele que a planta apresenta no estado juvenil, com necessidade de técnicas especiais para reversão à juvenildade e resgate de condições favoráveis ao enraizamento e crescimento (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

O processo de reversão da fase adulta à fase juvenil é chamado rejuvenescimento, amplamente utilizado para o gênero *Eucalyptus* como técnica para otimização do enraizamento. ALFENAS *et al.* (2004) citam que as brotações emitidas na cepa possuem características morfológicas e fisiológicas juvenis, fundamentais para a recuperação da competência do enraizamento, garantindo a manifestação de todo o potencial genético do material selecionado. Para espécies florestais, o rejuvenescimento pode ser obtido através de poda drástica, aplicações de citocininas ou herbicidas, propagação seriada via enxertia, propagação seriada via estaquia e micropropagação (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000). Nos casos de poda drástica, porém, devem ser consideradas as restrições geradas pela legislação ambiental vigente quanto ao abate de árvores adultas de espécies nativas para a obtenção de tais brotações (XAVIER; SANTOS, 2002).

A formação de raízes adventícias em brotações provenientes de poda em plantas matrizes adultas de teca (*Tectona grandis* L.) foi semelhante às porcentagens obtidas em plantas jovens (PALANISAMY; SUBRAMANIAN, 2001); os mesmos resultados foram obtidos por CARPANEZZI, TAVARES e SOUSA (2001) na comparação entre o enraizamento de brotações jovens de corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.) e estacas coletadas de plantas adultas. Para MARKS (1991), o rejuvenescimento a partir de poda drástica de plantas matrizes de azaléia-

arbórea (*Rhododendron yakushimanum*) proporcionou maior eficiência no enraizamento.

Piptocarpha angustifolia Dusén (Asteraceae), também denominada vassourão-branco, é uma espécie pioneira nativa pertencente à Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), que possui potencial importância econômica e ambiental (SEITZ, 1976). Brotações de cepa originadas de corte raso realizado previamente, foram coletadas em algumas épocas do ano e, a partir destas, foram confeccionadas estacas semilenhosas submetidas a tratamentos com diferentes concentrações do ácido indol butírico, visando o enraizamento da espécie. Paralelamente foram realizadas análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas com a finalidade de verificar barreiras relacionadas à iniciação radicial nesse tipo de material vegetativo.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Estaquia

Foram utilizadas brotações de cepa (Anexo 1-B) de oito árvores adultas (DAP 20 a 30cm), localizadas no bairro Imbuial, município de Colombo (25° 19' 18,48139"S e 49° 09' 32,87741"W), estado do Paraná. As coletas foram realizadas no último mês em cada estação do ano:

- Verão de 2005: 25/02/2005
- Outono de 2005: 13/05/2005
- Inverno de 2005 : 12/08/2005

As estacas foram confeccionadas com comprimento foi de 12 cm e diâmetro entre 0,7 e 1,0cm, mantendo-se dois a três entrenós; corte em bisel na base e corte reto na porção superior, onde foram mantidas duas folhas com área reduzida à metade, com objetivo de reduzir a perda de água pela transpiração foliar. Durante o processo de confecção, as estacas foram mantidas em baldes com água para evitar desidratação do material. Para a desinfestação, as estacas foram tratadas com hipoclorito de sódio a 0,5% por 10 minutos, lavagem posterior em água corrente por 5 minutos e imersão das bases em fungicida Benomyl ($0,25\text{gL}^{-1}$) por 15 minutos. Em seguida, as bases das estacas foram mergulhadas cerca de 1,5cm em soluções alcoólicas (50% v/v) de ácido indol butírico (IBA) [Ácido 4-(3-indolil butírico P.S.) do Laboratório Vetec Química Fina Ltda.], por 10 segundos de imersão conforme os seguintes tratamentos:

- 0 mgL^{-1} IBA
- 500 mgL^{-1} IBA
- 1000 mgL^{-1} IBA
- 1500 mgL^{-1} IBA
- 3000 mgL^{-1} IBA

O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno com 53cm³, contendo vermiculita de granulometria média como substrato. As estacas foram mantidas em casa-de-vegetação climatizada com nebulização intermitente (> 80% UR) do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, estado do Paraná (Anexo 1-C).

Após 70 dias da instalação foram analisadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca, porcentagem de estacas com calos (sem raízes e com calos), porcentagem de estacas vivas (sem raízes e sem calos) e porcentagem de estacas mortas. O delineamento foi inteiramente casualizado composto por cinco tratamentos com quatro repetições de 20 estacas por parcela, totalizando 400 estacas por experimento em cada época de coleta. Os resultados foram submetidos ao teste de Bartlett, à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.2.2 Análises bioquímicas de açúcares totais e proteínas

Para análises referentes às concentrações de açúcares totais e de proteínas, foram utilizadas amostras com o padrão das estacas utilizadas nos experimentos de estaquia, com duas ou três repetições por análise. Cada estaca foi macerada com 10ml de álcool 80° e a extração dos açúcares feita em banho-maria (70-80°C) durante 10 minutos (adaptado de NASCIMENTO *et al.*, 1998). Após este período, realizou-se a filtração, com o resíduo submetido a mais duas extrações. O filtrado final foi evaporado a 50°C e o extrato ressuspenso em 3ml de água destilada, sendo mantido em congelador.

As amostras foram posteriormente utilizadas para análise de açúcares totais pelo método fenol-sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956) utilizando glucose como padrão, com leitura em espectrofotômetro em absorvância de 490nm.

Os mesmos procedimentos de maceração, extração e filtração foram utilizados para proteínas, sendo determinadas pelo método de BRADFORD (1976), com a utilização do padrão albumina bovina (BSA).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Estaquia

4.3.1.1 Verão de 2005

Nesta época houve enraizamento de estacas (Anexo 1-D) e presença de estacas com calos, estacas vivas e estacas mortas. Não houve qualquer efeito significativo entre os tratamentos para todas as variáveis (Tabela 5).

TABELA 5 - Análise de variância das porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén enraizadas, com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa, no verão (fevereiro de 2005)

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO			
		ENRAIZADAS	CALOS	VIVAS	MORTAS
Tratamentos	4	12,50 ^{ns}	53,12 ^{ns}	12,50 ^{ns}	84,37 ^{ns}
Erro	15	10,51	47,01	18,20	50,83
Total	19				
Coeficiente de Variação (%)		259,44	109,71	170,65	7,92
Teste de Bartlett (χ^2)		57,13 ^{ns}	60,85 ^{ns}	65,64 ^{ns}	41,19 ^{ns}

^{ns} não significativo

O maior valor numérico de enraizamento (Tabela 6) ocorreu no tratamento de 1000mgL⁻¹ (3,8%), seguido do tratamento contendo 3000mgL⁻¹ de IBA (2,5%), não ocorrendo nos demais. Apesar das baixas porcentagens obtidas, os resultados sugerem que a idade do material vegetativo utilizada associada à aplicação do regulador vegetal apresentaram efeito positivo sobre a indução radicial em relação à testemunha.

TABELA 6 - Comparação de médias das porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén enraizadas, com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa, no verão (fevereiro de 2005)

TRATAMENTOS (mgL ⁻¹ IBA)	ESTACAS ENRAIZADAS (%)	ESTACAS COM CALOS (%)	ESTACAS VIVAS (%)	ESTACAS MORTAS (%)
0	0,0 A	2,5 A	0,0 A	97,5 A
500	0,0 A	11,3 A	3,7 A	85,0 A
1000	3,8 A	3,7 A	3,7 A	88,8 A
1500	0,0 A	8,7 A	1,3 A	90,0 A
3000	2,5 A	5,0 A	3,7 A	88,8 A
Média geral	1,3	6,2	2,5	90,0

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A média geral obtida para porcentagem de estacas com calos foi de 6,2% e, numericamente, o tratamento contendo 500mgL^{-1} de IBA resultou em maior porcentagem (11,3%), seguido do tratamento de 1500mgL^{-1} (8,7%); os demais tratamentos apresentaram porcentagens iguais ou inferiores a 5%. Entre as porcentagens de estacas vivas os tratamentos 500mgL^{-1} , 1000mgL^{-1} e 3000mgL^{-1} apresentaram resultados semelhantes (3,7%) e superiores.

Para a variável porcentagem de estacas mortas, a média geral dos tratamentos foi de 90%, com a testemunha apresentando valor numérico superior (97,5%); os demais tratamentos apresentaram valores numéricos inferiores devido a presença de estacas com calos e de estacas vivas.

O baixo índice de estacas enraizadas, de estacas com calos e vivas pode estar relacionado à perda da juvenilidade do material utilizado, uma vez que o tempo de espera pela produção de brotações de cepa em quantidade suficiente ao delineamento do experimento diminuiu a resposta de enraizamento. Estacas de corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.) provenientes de brotações de touça com diâmetro entre 3 e 6mm apresentaram melhores resultados de enraizamento quando comparadas às mais espessas (CARPANEZZI; TAVARES; SOUSA, 2001).

Com relação à utilização do regulador vegetal, houve aumento de estacas enraizadas, com calos ou vivas e conseqüente redução da mortalidade nos tratamentos em que houve aplicação do ácido indol butírico, em comparação ao tratamento testemunha, sugerindo que a utilização deste produto pode favorecer a indução radicial em estacas de *Piptocarpha angustifolia*, Dusén, necessitando novas pesquisas nesse sentido.

4.3.1.2 Outono de 2005

Não houve enraizamento em qualquer dos tratamentos, somente presença de estacas com calos, vivas e mortas. A análise de variância (Tabela 7) revelou efeito significativo entre os tratamentos para a variável porcentagem de estacas mortas.

TABELA 7 - Análise de variância para porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos, vivas e mortas, no outono (maio de 2005)

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO		
		CALOS	VIVAS	MORTAS
Tratamentos	4	56,99 ^{ns}	36,09 ^{ns}	50,14*
Erro	15	63,14	97,04	72,24
Total	19			
Coefficiente de Variação (%)		64,08	56,70	12,10
Teste de Bartlett (χ^2)		12,67 ^{ns}	41,21 ^{ns}	68,66 ^{ns}

^{ns} não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

A média geral entre as porcentagens de estacas com calos foi de 12,4% (Tabela 8). O tratamento de 500mgL⁻¹ (18,4%) apresentou valor numericamente superior aos demais, verificando-se que o aumento das concentrações gerou redução do valor dessa variável. Para porcentagens de estacas vivas, a média geral foi de 17,4%, com o tratamento 3000mgL⁻¹ IBA apresentando o maior valor numérico dessa variável (21%).

TABELA 8 - Comparação de médias das porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos, vivas e mortas, provenientes de brotações de cepa, no outono (maio de 2005)

TRATAMENTOS (mgL ⁻¹ IBA)	ESTACAS COM CALOS (%)	ESTACAS VIVAS (%)	ESTACAS MORTAS (%)
0	13,2 A	18,5 A	68,3 A
500	18,4 A	15,8 A	65,8 B
1000	11,9 A	13,2 A	74,8 A
1500	9,3 A	18,4 A	72,3 A
3000	9,3 A	21,0 A	69,7 A
Média geral	12,4	17,4	

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve diferença estatisticamente significativa para porcentagens de estacas mortas. O tratamento de 500mgL⁻¹ IBA apresentou o menor índice de mortalidade, reunindo resultados superiores aos demais na associação entre as variáveis formação de calos e sobrevivência. Foi observado que os tratamentos contendo maiores dosagens de regulador vegetal aumentaram a mortalidade das estacas.

4.3.1.3 Inverno de 2005

Não houve estacas enraizadas; somente estacas com calos, vivas e mortas. A análise de variância (Tabela 9) revelou efeito significativo entre os tratamentos apenas para a variável porcentagem de estacas com calos.

TABELA 9 - Resultados da análise de variância para a porcentagem de estacas enraizadas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos, vivas e mortas, no inverno (agosto de 2005)

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO		
		CALOS	VIVAS	MORTAS
Tratamentos	4	66,87 *	13,75 ^{ns}	55,00 ^{ns}
Erro	15	45,35	96,66	122,92
Total	19			
Coefficiente de Variação (%)		141,77	34,50	16,61
Teste de Bartlett (χ^2)		6,35 ^{ns}	56,25 ^{ns}	34,33 ^{ns}

^{ns} não significativo

* significativo ao nível de 5% de probabilidade

Os resultados apresentados pela Tabela 10 demonstram que os tratamentos testemunha e 500mgL⁻¹ de IBA apresentaram as maiores porcentagens de formação de calos (8,8%).

TABELA 10 - Comparação de médias das porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos, vivas e mortas, provenientes de brotações de cepa, no inverno (agosto de 2005)

TRATAMENTOS (mgL ⁻¹ IBA)	ESTACAS COM CALOS (%)	ESTACAS VIVAS (%)	ESTACAS MORTAS (%)
0	8,8 A	26,2 A	65,0 A
500	8,8 A	28,7 A	62,5 A
1000	0,0 B	27,5 A	72,5 A
1500	1,3 B	31,2 A	67,5 A
3000	5,0 A	28,7 A	66,3 A
Média geral		28,5	66,8

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para estacas vivas, a média entre os tratamentos foi de 28,5%, com valores numericamente superiores nos tratamentos em que foi realizada a aplicação do regulador vegetal. Entre as porcentagens de estacas mortas, a média foi de 66,8%, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos. Comparando-se as todas as variáveis por tratamento observa-se que os tratamentos

testemunha e 500mgL^{-1} de IBA apresentaram, em conjunto, as maiores porcentagens de estacas com calos e vivas e as menores porcentagens de estacas mortas, sugerindo que a ausência da aplicação ou menores dosagens possam promover melhores resultados.

4.3.2 Análises de açúcares totais e proteínas

Os resultados obtidos pelos testes (Figura 7) revelaram um aumento gradativo dos teores de açúcares totais a partir do verão, seguido das coletas realizadas no outono, com o maior índice no inverno. Nas duas últimas estações este acúmulo está relacionado ao período de dormência da espécie, e que correspondeu às épocas de maior formação de calos e de sobrevivência da estacas.

Embora os carboidratos não contribuam isoladamente para a resposta de enraizamento, constituem fonte de energia e carbono para a síntese de substâncias essenciais à formação de raízes (HESS, 1969). NANDA e ANAND (1970) verificaram em *Populus nigra* L. que o conteúdo de amido é alto no inverno, diminuindo na primavera e verão, havendo uma relação inversamente proporcional entre o índice de enraizamento e o conteúdo de amido. ONO e RODRIGUES (1996) destacam que a mobilização do amido é decorrente da ativação de enzimas hidrolíticas, determinadas pelo estado morfo-fisiológico dos ramos, sob efeito da produção de auxina endógena.

Possivelmente a manutenção do material em casa-de-vegetação por um período maior poderia favorecer a indução radicial com a utilização dessas reservas. ONO e RODRIGUES (1996) apontam que as reservas de amido acumuladas são convertidas em carboidratos solúveis disponibilizados aos processos metabólicos requeridos pela espécie.

Com relação a variação dos teores de proteínas ao longo das estações, serão necessárias investigações a respeito de sua possível influência sobre a iniciação radicial nas estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén.

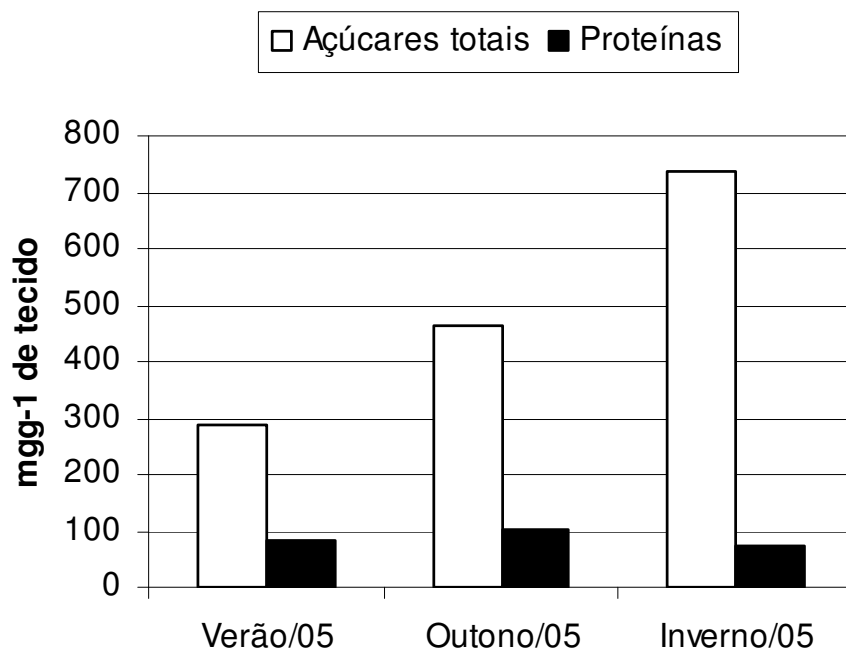


FIGURA 7 - Teores de açúcares totais e proteínas em estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén provenientes de rebrotação no verão, outono e inverno de 2005

4 CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento foi possível concluir que o ácido indol butírico não promoveu a iniciação radicial em estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén provenientes de brotações de cepa.

As concentrações de açúcares totais e proteínas não apresentaram correlação com o enraizamento adventício de estacas de *P. angustifolia*.

REFERÊNCIAS*

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

BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.

BRADFORD, M. M; A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 72, p. 248-254, 1976.

CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; SOUSA, V. A. Estaquia de corticeira-dobanhado *Erythrina crista-galli* L. **Comunicado Técnico Embrapa Florestas**, Colombo, n. 64, 2001.

COUVILLON, G. A. Rooting responses to different treatments. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 227, p. 187-196, 1988.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of carbohydrates and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.28, n.3, p.350-56, 1956.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIS JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New York: Englewood Clippis, 2002. 880p.

HESS, C. E.; **Internal and external factor regulating rooting initiation and root growth**. London: Buttersworth, p. 42-53, 1969.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípio básicos e a sua evolução no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, n. 192, 2000, 13p.

MARKS, T. R. Rhododendron cuttings. I. Improved rooting following 'rejuvenation' *in vitro*. **Journal of Horticultural Science**, Londres, v. 66, n. 1, p.103-111, 1991.

NANDA, K. K.; ANAND, V. K. Seasonal changes in auxin effects on rooting of stem cuttings of *Populus nigra* and its relationship with mobilization of starch. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 23, p. 99-107, 1970.

NASCIMENTO, R.; MOSQUIM, P. R.; ARAÚJO, E. F.; SANTANNA, R. Distribuição de amido, açúcares solúveis e atividades de invertases em explantes de soja sob várias concentrações de sacarose e diferentes fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 10, n. 2, p. 125-130, 1998.

* Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Normas para apresentação de documentos científicos**; 9, Curitiba: Ed. da UFPR, 2000.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da Fisiologia do Enraizamento de Estacas caulinares**. Jaboticabal: UNESP, 1996, 83p.

PALANISAMY, K.; SUBRAMANIAN, K. Vegetative Propagation of Mature Teak Trees (*Tectona grandis* L.). **Silvae Genética**, Frankfurt, v. 50, n. 5-6, p. 188-191, 2001.

SEITZ, R. **Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco**. Curitiba, 1976, 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná.

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

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. Clonagem de espécies florestais nativas. In: ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

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

5 CAPÍTULO III – MINIESTAQUIA DE *Piptocarpha angustifolia* DUSÉN COM O USO DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO

RESUMO

Piptocarpha angustifolia (Asteraceae) é uma espécie arbórea nativa brasileira, pertencente à Floresta Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), cujos plantios se destinam à produção de madeira para construção civil e ambiental para recuperação de ecossistemas. Possui sementes muito pequenas (< 3mm) de difícil coleta e formação de poucas sementes viáveis. A miniestaquia constitui alternativa para propagação da espécie por utilizar material juvenil com potencial endógeno favorável ao enraizamento. Este trabalho teve como objetivo verificar a resposta de enraizamento de miniestacas provenientes de plântulas originadas por via seminal, coletadas no inverno de 2005, no município de Colombo, estado do Paraná, Brasil, submetidas a tratamentos com e sem o uso do regulador vegetal ácido indol butírico na forma de solução: água, 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹ IBA. Foram avaliadas as porcentagens de miniestacas enraizadas, com calos, vivas e mortas, num delineamento experimental inteiramente casualizado composto por 4 repetições de 10 estacas por tratamento. Houve enraizamento adventício de miniestacas, com a média geral de 14,6%, com a maior porcentagem (27,5%) obtida no tratamento sem adição do regulador vegetal. O número médio de raízes foi de 7,7 raízes/miniestaca e o comprimento médio de 3,6 cm. A miniestaquia é viável para iniciação radicial da espécie.

Palavras-chave: vassourão-branco, miniestaquia, plântulas, auxina, brotações

5 CHAPTER III – MINICUTTINGS OF *Piptocarpha angustifolia* DUSÉN WITH INDOLEBUTYRIC ACID USE

ABSTRACT

Piptocarpha angustifolia is a native tree species belonging to Asteraceae family occurring in Mixed Rain Forest (Araucaria's Forest) having economical use in plantation for woody production and environmental restoration. It presents very little seeds (<3mm) and poor number of feasible seeds. The minicuttings constitutes an alternative for propagation by use of juvenile material with endogenous potential for rooting. This work aims to verify the rooting response for minicuttings originated by seeds, collected in winter 2005 at Colombo, Paraná State, Brazil and submitted to different treatments with or without use of plant growth regulator indolebutyric acid by solution: water, 0, 500, 1000, 1500 e 3000mgL⁻¹ IBA. The evaluation included rooting percentage, callus cuttings, alive and dead cuttings. The statistical analyses were made according to completely randomized design with four replications of ten cuttings per experimental unit. There weren't statistical differences between the treatments, the average of adventitious rooting in minicuttings was 14,6% and major percentage (27,5%) was obtained in the treatment without plant growth regulator. The average number of roots was 7,7 per minicutting and the average length of 3,6 cm. Minicuttings is feasible to initiation of rooting for this species.

Key-words: white-brush, minicuttings, seedlings, auxin, sprout

5.1 INTRODUÇÃO

Algumas espécies enraízam prontamente quando suas estacas são provenientes de plântulas, mas apresentam dificuldade de enraizamento quando estas são retiradas de plantas matrizes com mais idade. Este fenômeno é particularmente observado nas espécies lenhosas (LOVELL, WHITE, 1986), cuja capacidade de formar raízes encontra-se ligada à fase juvenil de crescimento (BONGA, 1982).

Segundo ALFENAS *et al.* (2004) a técnica da miniestaquia, implantada a partir da década de 90, tem possibilitado a clonagem de genótipos de difícil enraizamento, com ampliação da porcentagem de miniestacas enraizadas e melhoria do sistema radicular, influenciando diretamente o desempenho a campo.

Na propagação por miniestaquia podem ser utilizadas brotações de plantas propagadas por material seminal ou pelo método de estaquia convencional como fontes de propágulos vegetativos. Numa seqüência esquemática em *Eucalyptus*, inicialmente, faz-se a poda do ápice da brotação da estaca enraizada (muda com aproximadamente 60 dias de idade), e em intervalos de 10 a 25 dias (variáveis em função da época do ano, do clone/espécie, das condições nutricionais, entre outras) há a emissão de novas brotações, que são coletadas e postas para enraizar. Assim, a parte basal da brotação da estaca podada constitui uma minicepa, que fornecerá as brotações (miniestacas) para a formação das futuras mudas. O conjunto das minicepas forma um minijardim clonal (WENDLING, 1999; XAVIER, SANTOS, 2002).

O protocolo de utilização da miniestaquia apresenta-se bem desenvolvido para *Eucalyptus*, apresentando-se como alternativa viável para espécies florestais nativas, uma vez que para determinadas espécies o processo de Estaquia convencional resulta em percentual de enraizamento variável e com baixa qualidade na formação de raízes (SOUZA; ALMADO, 2002).

Segundo XAVIER e SANTOS (2002) a avaliação de eficiência desta técnica em espécies nativas pode contribuir para a ampliação de conhecimentos sobre processos de produção de mudas por propagação vegetativa, suportando a base da silvicultura com fins econômicos, além de possibilitar o resgate de genótipos adultos de espécies de interesse.

Como incremento à capacidade de formação de raízes adventícias são utilizados reguladores vegetais, que podem contribuir com o aumento da porcentagem de enraizamento e melhoria da velocidade e qualidade na produção de raízes (HARTMANN *et al.*,2002). Dentre eles, o ácido indol butírico apresenta como vantagens a estabilidade química e menor toxicidade para as plantas (PAIVA; GOMES,1993)

A espécie *Piptocarpha angustifolia* Dusén (Asteraceae), também denominada vassourão-branco, é uma essência florestal nativa pioneira, cuja abrangência coincide com regiões de distribuição natural do pinheiro-brasileiro (SEITZ, 1976; CARVALHO, 2003). Apresenta potencial aproveitamento econômico e ambiental, devido a seu desenvolvimento satisfatório em solos alterados e crescimento rápido, atingindo a produtividade de $30\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$ em 1000 plantas aos 7 anos de idade (SEITZ, 1976; INOUE; RODERJAN; KUNIYOSHI, 1984; CARVALHO, 2003).

O presente trabalho teve por objetivo verificar a resposta de enraizamento de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén) utilizando a miniestaquia sob diferentes concentrações do ácido indol butírico (IBA).

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

As plântulas foram produzidas por sementes coletadas em outubro de 2004, no município de Tunas do Paraná – PR, das quais foram selecionadas 130, com altura aproximada de 40cm. Posteriormente houve o transplântio (maio de 2005) para porta-mudas de polietileno (1700cm³) contendo mistura de vermiculita:Plantmax[®]:casca de arroz carbonizada (1:1:1), distribuídas em cinco repetições de 26 plântulas cada.

5.2.1 Produtividade de brotações

Cada uma das plântulas foi podada a uma altura média de 7 a 10cm do colo, com permanência de uma ou duas folhas. Este material foi mantido em estufa com fertirrigação semanal contendo solução com 10L de água, 80g de uréia, 60g de superfosfato simples, 5g FTE BR12 (9% Zn, 3% Fe, 2% Mn, 0,1% Mo, 1,8% B, 0,8% Cu) e 60g de nitrato de potássio.

O acompanhamento da produção de brotações/plântula (Anexo 2 A-B) foi realizado semanalmente, com cinco coletas consecutivas para verificação da produção de miniestacas/minicepa/coleta, realizadas de acordo com a formação de quantidade suficiente de material vegetativo destinado ao experimento de enraizamento.

5.2.2 Enraizamento de miniestacas

O experimento foi realizado no mês de agosto, em período correspondente ao inverno/2005, onde miniestacas herbáceas foram coletadas a partir das brotações de minicepas, confeccionadas com comprimento de 2,0 a 3,0cm e 0,5cm de diâmetro, mantendo-se duas folhas reduzidas (Anexo 2-B). Após a coleta, foram imediatamente acondicionadas em caixas de isopor contendo água para reduzir perdas por desidratação.

Não foi realizado tratamento fitossanitário, somente aplicações dos tratamentos específicos. Aproximadamente 1,5cm das bases das estacas foram mergulhadas em soluções alcoólicas (50% v/v) de ácido indol butírico (IBA) [Ácido 4-(3-indolil butírico P.S.) do Laboratório Vetec Química Fina Ltda.], durante 10 segundos de imersão conforme os seguintes tratamentos:

- água
- solução alcoólica 50% (v/v)
- 500mgL⁻¹ IBA
- 1000mgL⁻¹ IBA
- 1500mgL⁻¹ IBA
- 3000mgL⁻¹ IBA

O plantio foi realizado em tubetes de polipropileno (53cm³) contendo vermiculita de granulometria média, mantidos em casa-de-vegetação climatizada da *Embrapa Florestas* (> 80% UR). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, composto por seis tratamentos, composto por quatro repetições de dez estacas, totalizando 240 estacas no experimento. As avaliações foram realizadas 53 dias pós-instalação devido a emergência de raízes para fora do tubete, considerando as variáveis porcentagem de miniestacas enraizadas, número médio de raízes por miniestaca, comprimento médio das três maiores raízes, porcentagem de miniestacas com calos, porcentagem de miniestacas vivas (sem raízes e sem formação de calos) e porcentagem de miniestacas mortas. Os resultados à análise de variância (teste F), e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Produtividade de brotações

A Tabela 11 apresenta o resultado das avaliações das cinco coletas de miniestacas realizadas em intervalos médios de 35 dias. Durante este período houve perda de três minicepas; duas da repetição número 2 e uma da repetição número 5.

TABELA 11 - Produtividade de brotações de *Piptocarpha angustifolia* Dusén por plântula, em cada coleta, no outono de 2005 e primavera de 2005

COLETA	DATA	INTERVALO COLETAS (DIAS)	PRODUTIVIDADE MÉDIA	
			BROTAÇÕES/ PLÂNTULA	BROTAÇÕES/ M ²
1	13/06/2005	38	2,3 AB	8,8
2	16/08/2005	62	1,5 BC	5,8
3	02/09/2005	17	1,1 C	4,2
4	06/10/2005	34	1,9 ABC	7,3
5	01/11/2005	25	2,5 A	9,6
Média geral		35		
Teste de Bartlett (χ^2)		65,43		
CV (%)		14,68		

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Os resultados observados para produção de miniestacas/minicepa/coleta variaram de 1,1 a 2,5 nos recipientes contendo 1700cm³ de substrato, apresentando-se ligeiramente superiores aos obtidos por XAVIER *et al.* (2003); XAVIER; SANTOS e OLIVEIRA (2003) na miniestaquia de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e SANTOS (2002) na miniestaquia de mogno (*Swietenia macrophylla* King.) com a utilização de tubetes de 53cm³, sugerindo que o aumento na quantidade de substrato pode incrementar a produção de brotações.

A variação entre os períodos de coleta de brotações ocorreu em função do crescimento das mesmas, observando-se que nos períodos de temperatura mais elevadas, as brotações cresceram com maior intensidade. WENDLING e SOUZA JÚNIOR (2003) utilizaram material juvenil de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) e obtiveram 2,2 miniestacas por minicepa com intervalos de 35 dias entre as coletas.

Com relação à sobrevivência das plântulas, houve perda de três plântulas devido a poda inadequada que reduziu drasticamente a área foliar da minicepa. Desconsiderando-se estes incidentes, a totalidade das minicepas sobreviveu ao longo do experimento. CUNHA, WENDLING e SOUZA JÚNIOR (2003) verificaram em corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Bentham) que a sobrevivência das miniestacas com folhas foi superior a 80%. A sobrevivência e a produção de miniestacas em coletas sucessivas indicam a viabilidade técnica do sistema para extração contínua de propágulos visando a produção de mudas (HIGASHI; SILVEIRA; GONÇALVES, 2000).

A utilização da fertirrigação contendo solução de macro e micronutrientes favoreceu o estado nutricional das minicepas, possibilitando a maior produtividade de brotações. As alterações nas condições fisiológicas da planta matriz contribuem para o acúmulo de reservas, que podem incrementar o crescimento dos propágulos (PAIVA; GOMES, 1993).

5.3.2 Enraizamento de miniestacas

A análise de variância (Tabela 12) revelou que não houve efeito significativo dos tratamentos para as variáveis porcentagem de miniestacas enraizadas (Anexo 2-D), com presença de calos e vivas. Porém houve efeito significativo entre os tratamentos para a porcentagem de miniestacas mortas.

TABELA 12 - Análise de variância das porcentagens de miniestacas enraizadas, com calos, vivas e mortas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén, no inverno (agosto de 2005)

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO			
		miniestacas enraizadas (%)	miniestacas com calos (%)	miniestacas vivas (%)	miniestacas mortas (%)
Tratamentos	5	254,16 ^{ns}	436,66 ^{ns}	147,50 ^{ns}	1870,00**
Erro	18	118,05	230,55	173,61	280,55
Total	23				
CV (%)		74,51	118,81	70,27	28,59
Teste de Bartlett (χ^2)		88,25 ^{ns}	49,80 ^{ns}	87,48 ^{ns}	82,32 ^{ns}

** significativo ao nível de 1% de probabilidade

^{ns} não significativo

Embora não haja diferença estatisticamente significativa entre as médias para porcentagens de miniestacas enraizadas (Tabela 13), o tratamento sem uso do regulador vegetal apresentou maior índice de enraizamento (27,5%), concordando com os dados obtidos por SANTOS (2002) e XAVIER *et al.* (2003a) para cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.) e SANTOS (2002) para mogno (*Swietenia macrophylla*).

TABELA 13 - Comparação de médias das porcentagens de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén enraizadas, com calos, vivas e mortas em cada tratamento, no inverno (agosto de 2005)

TRATAMENTOS (mgL ⁻¹ IBA)	MINIESTACAS ENRAIZADAS (%)	MINIESTACAS COM CALOS (%)	MINIESTACAS VIVAS (%)	MINIESTACAS MORTAS (%)
água	27,5 A	30,0 A	27,5 A	15,0 B
0	15,0 A	15,0 A	22,5 A	47,5 AB
500	7,5 A	12,5 A	10,0 A	70,0 A
1000	20,0 A	7,5 A	15,0 A	57,5 A
1500	7,5 A	5,0 A	17,5 A	70,0 A
3000	10,0A	0,0 A	20,0 A	70,0 A
Média geral	14,6	11,7	18,7	

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A utilização do tratamento testemunha (água) demonstrou ser um veículo economicamente viável para a indução radicial da espécie em estudo, concordando com BONGA (1982) e HARTMANN *et al.* (2002) que declararam que a juvenildade do material utilizado reúne condições favoráveis ao enraizamento.

Os resultados obtidos para porcentagem de miniestacas com calos apontam que estas não diferiram estatisticamente entre si, sendo numericamente a maior delas (30%) pertencente ao tratamento sem uso de regulador vegetal, seguido do tratamento contendo solução alcoólica (15%), 500mgL⁻¹ (12,5%), 1000 mgL⁻¹ (7,5%) e 1500 mgL⁻¹ (5%). Foi observado um decréscimo das porcentagens na variável formação de calos à medida que aumentava a dosagem do regulador vegetal, sugerindo possível inibição de acordo com a maior concentração da solução contendo ácido indol butírico, salientando o potencial fitotóxico da aplicação do regulador vegetal.

A formação de calos na base das miniestacas não constituiu pré-requisito para a formação de raízes, uma vez que algumas apresentaram formação de raízes sem a formação de calos e outras apresentaram formação de raízes e calos simultaneamente, conforme resultados verificados por PAES (2002) em dois cultivares de kiwizeiro (*Actinidia deliciosa* A. Chevalier).

Com relação às miniestacas vivas não houve diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento sem uso de regulador vegetal apresentou a maior porcentagem, seguido pelo tratamento contendo a solução alcoólica (22,5%). Os demais tratamentos apresentaram porcentagens iguais ou inferiores a 20%.

Para estacas mortas houve diferença significativa entre as médias, sendo o menor índice observado no tratamento sem uso de regulador vegetal. Os demais tratamentos apresentaram porcentagens estatisticamente superiores sugerindo possível efeito fitotóxico do regulador vegetal, conforme resultados obtidos por NACHTIGAL *et al.* (1994) para estaquia de araçazeiro (*Pisidium cattleyanum* Sabine).

Com relação à variável número médio de raízes por miniestaca e comprimento médio das três maiores raízes, a análise de variância (Tabela 14) revelou a não existência de efeito significativo entre os tratamentos.

TABELA 14 - Análise de variância para número médio de raízes e média das três maiores raízes em miniestacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	VALOR DE F	
		NRE	CRE
Tratamentos	5	1,34 ^{ns}	0,25 ^{ns}
Erro	18		
Total	23		
CV (%)		70,25	99,90
Teste de Bartlett (χ^2)		11,09 ^{ns}	71,72 ^{ns}

^{ns} não significativo

NRE: Número de raízes por miniestaca

CRE: Comprimento médio das três maiores raízes

A comparação de médias (Tabela 15) revelou que os maiores valores numéricos para número médio de raízes por estaca foram obtidos nos tratamentos testemunha e solução alcoólica. Nesse experimento, a aplicação do ácido indol butírico (IBA) não apresentou efeito estimulador para esta variável nesta espécie, discordando de PAIVA e GOMES, (1993) e ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES (2001) que apontam o uso das auxinas com a finalidade de estimular o enraizamento de estacas, aumentar a porcentagem de estacas enraizadas em menor espaço de tempo, com maior número e maior vigor das raízes, aumentando também sua uniformidade.

TABELA 15 - Comparação de médias para número médio de raízes e comprimento médio das três maiores raízes de miniestacas de *P. angustifolia* Dusén

TRATAMENTOS (mgL ⁻¹ IBA)	NRE	CRE
água	10,8 A	3,4 A
0	10,0 A	3,5 A
500	5,5 A	3,5 A
1000	8,3 A	5,3 A
1500	2,5 A	2,9 A
3000	9,0 A	2,8 A
Média Geral	7,7	3,6

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

NRE: Número de raízes por miniestaca

CRE: Comprimento médio das três maiores raízes

Para a variável comprimento médio das três maiores raízes por miniestaca, numericamente o tratamento 1000 mgL⁻¹ apresentou comportamento de maior valor em relação aos demais tratamentos. ANTUNES *et al.* (1996) trabalhando com o enraizamento de pêra (*Pyrus calleryana* Chantyclear) pontuaram que, além da porcentagem de enraizamento, o número e comprimento de raízes formadas pelas estacas foram as variáveis mais relevantes na produção de mudas. O incremento destas variáveis favorece o desenvolvimento da muda, uma vez que mudas com melhor sistema radicial terão maiores chances de sobrevivência quando transplantadas para vaso ou campo (REIS *et al.*, 2000).

Embora o emprego do regulador vegetal seja amplamente difundido para estimular o enraizamento, aumentando a quantidade e uniformidade das raízes adventícias, pôde-se constatar, neste experimento, que o material juvenil apresenta potencial endógeno estimulador da indução e desenvolvimento de raízes, conforme descrito por HARTMANN *et al.* (2002).

3 CONCLUSÃO

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento foi possível concluir que a miniestaquia é viável para a indução radicial adventícia de *Piptocarpha angustifolia* Dusén, dispensando a utilização de ácido indol butírico, necessitando estudos comparativos entre períodos de coleta dos propágulos, nutrição e substratos.

REFERÊNCIAS*

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

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A.; RAMOS, J. D.; CHALFUN. N. N. J.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. F. Efeito do método de aplicação e de concentrações do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 371-376, 1996.

BONGA, J. M. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. In BONGA, J.M; DURZAN, D.J. **Tissue culture in forestry**. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk, The Hague, p. 387-412, 1982.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Técnica, 2003, 1039 p.

CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Influência da presença ou ausência de folhas no enraizamento de miniestacas de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) obtidas em sistema hidropônico. **Comunicado técnico Embrapa Florestas**, Colombo, n. 89, p. 1-5, 2003.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: Principles and Practices**. 7 ed. New York: Englewood Clippis, 2002. 880p.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. A.; GONÇALVES, A. N. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípio básicos e a sua evolução no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, Piracicaba, n. 192, 2000, 13p.

INOUE, M. T.; RODERJAN, C. V.; KUNIYOSHI, Y. S. **Projeto madeira do Paraná**. Curitiba, Fundação de pesquisas florestais do Paraná, 1984, 260p.

LOVELL, J.; WHITE, P. H. Anatomical changes during adventitious root formation. In JACKSON, M. B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht/Boston/Lancaster, Martinus Nijhoff Publishers, p. 111-140, 1986.

NACHTIGAL, J. C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R. A.; FACHINELLO, J. C.; MAZZINI, A. R. A. Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Pisidium cattleyanum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n.1, p.229-235, 1994.

* Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Normas para apresentação de documentos científicos**; 9., Curitiba: Ed. da UFPR, 2000.

PAES, E. G. B. **Enraizamento de estacas de kiwizeiro com regulador vegetales nas quatro estações do ano**. Curitiba, 2002. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal do Paraná.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993, 40p.

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

SANTOS, G.A. **Propagação vegetativa de mogno, cedro rosa, jequitibá rosa e angico vermelho por miniestaquia**. Viçosa, 2002, 75f. Monografia (Monografia). Universidade Federal de Viçosa.

SEITZ, R. **Algumas características ecológicas e silviculturais do vassourão-branco**. Curitiba, 1976, 114f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná.

SOUZA, M. R.; ALMADO, R. P. Produção de mudas na CAF Santa Bárbara Ltda. Miniestaquia clonal em *Eucalyptus* sp. In ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

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

WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., Chapecó. Anais [Chapecó]: EPAGRI, 2003, CD-ROM.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. Clonagem de espécies florestais nativas. In ROCHA, M. G. B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais: Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**. Viçosa, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.

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

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

5. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A Figura 8 apresenta uma síntese das médias gerais obtidas em todos os tratamentos utilizados nas estações em que foram realizados experimentos de estaquia semilenhosa proveniente de plantas matrizes adultas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén.

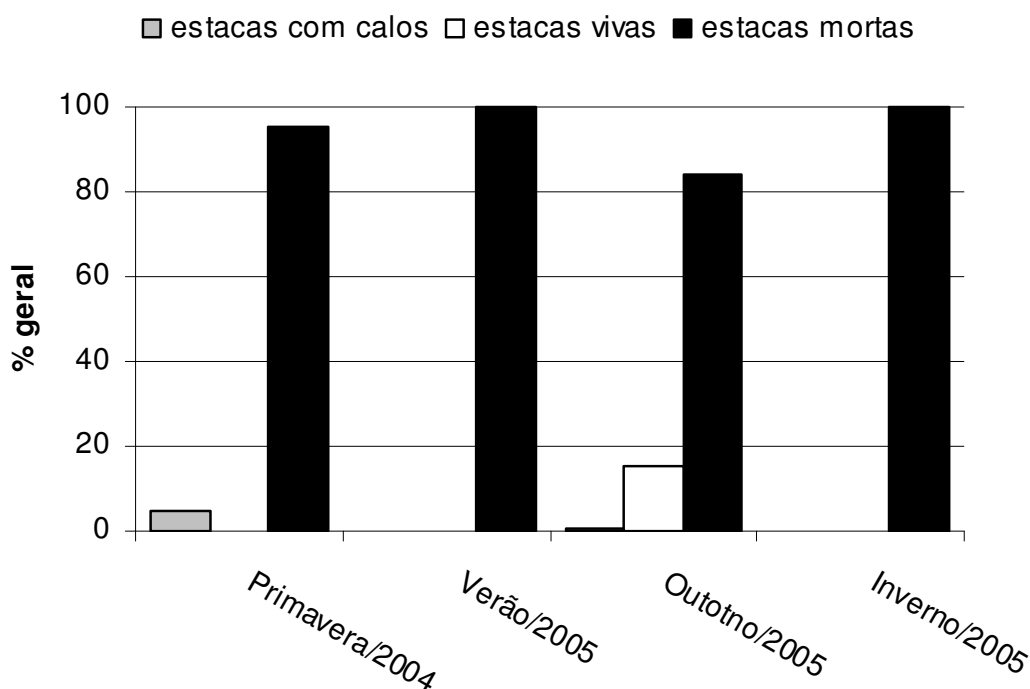


FIGURA 8 - Porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações do ano em todas as épocas avaliadas

Com relação aos resultados obtidos, pode-se sugerir alguns aspectos possivelmente relacionados ao não desenvolvimento de raízes nas estacas provenientes de plantas matrizes adultas utilizadas ao longo do experimento, tais como idade do material vegetativo utilizado e aplicação do regulador vegetal. Neste aspecto, pode ter havido inadequação do tipo utilizado, das doses de ácido indol butírico utilizadas e do veículo para administração das mesmas, concordando com as conclusões de LEONEL e RODRIGUES (1993) para propagação vegetativa de lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.).

A perda precoce de folhas pelas estacas também pode ter contribuído para a não formação de raízes, uma vez que constituem o aparato fotossintético necessário

ao metabolismo das substâncias atuantes no processo de enraizamento. Observou-se que a queda de folhas antecedeu a morte das estacas; além disso todas as estacas que mativeram pelo menos uma das metades foliares emitiram brotações e permaneceram vivas até o momento da avaliação, com ou sem emissão de raízes ou calos.

A Figura 9 apresenta uma síntese das médias gerais obtidas em todos os tratamentos utilizados nas estações em que foram realizados experimentos de estaquia semilenhosa proveniente de brotações de cepa de *Piptocarpha angustifolia* Dusén.

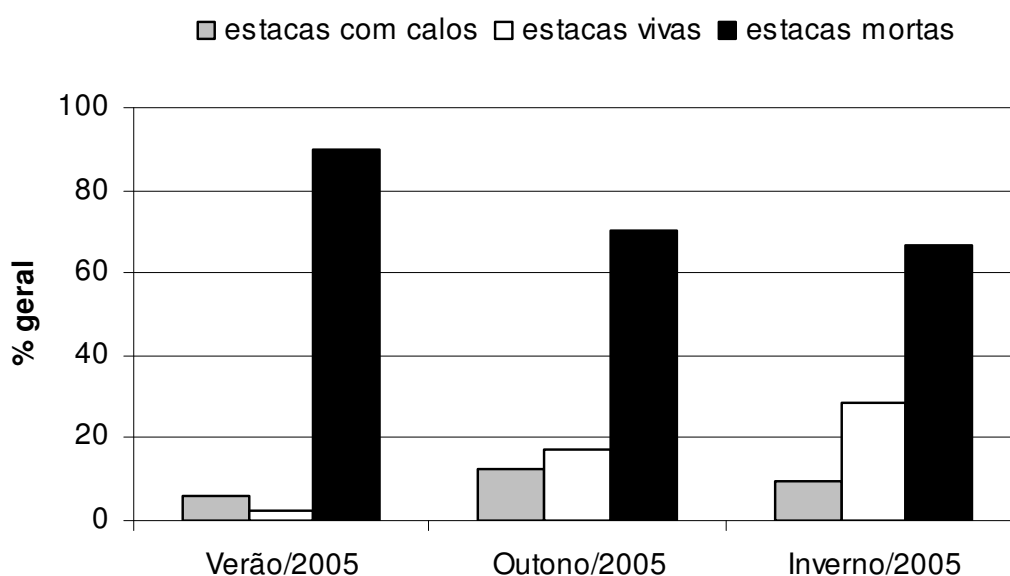


FIGURA 9 - Porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de brotações de cepa em todas as épocas avaliadas

Com a realização de experimentos utilizando estacas provenientes de brotações de cepa a partir do verão/2005, pôde-se observar maiores porcentagens de estacas vivas e com formação de calos e menores porcentagens de mortalidade, quando comparadas ao mesmo período nos experimentos utilizando brotações do ano. Foi possível constatar que a juvenilidade interferiu favoravelmente nestes resultados, embora brotações mais precoces, com menor diâmetro pudessem apresentar melhores resultados.

A Figura 10 apresenta os resultados obtidos pelo experimento com a utilização de miniestacas provenientes de plântulas realizado no inverno/2005.

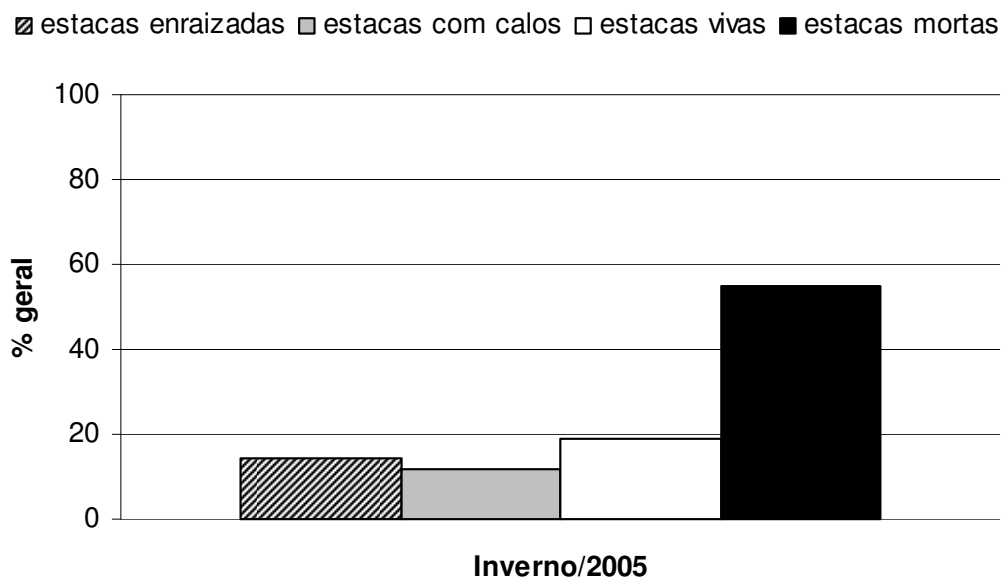


FIGURA 10 - Porcentagens de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén com calos, vivas e mortas provenientes de plântulas no inverno (junho/2005)

A miniestaquia desenvolvida com a utilização de brotações provenientes de plântulas originadas via semente apresentou resultado favorável para o enraizamento, principalmente em relação à viabilidade econômica originada pela não utilização de regulador vegetal. São necessários novos experimentos em estações distintas para comparação dos resultados, assim como teste de outros substratos e nutrição das fontes de propágulos.

A Figura 11 apresenta os resultados comparativos entre as fontes de material (miniestacas, brotações de touça e brotações do ano) no inverno de 2005. Neste período houve a realização concomitante dos experimentos.



FIGURA 11 - Porcentagens de estacas de *Piptocarpha angustifolia* Dusén provenientes de plântulas (miniestacas), poda (brotações de cepa) e brotações do ano (adultas) enraizadas, com calos, vivas e mortas, no inverno de 2005

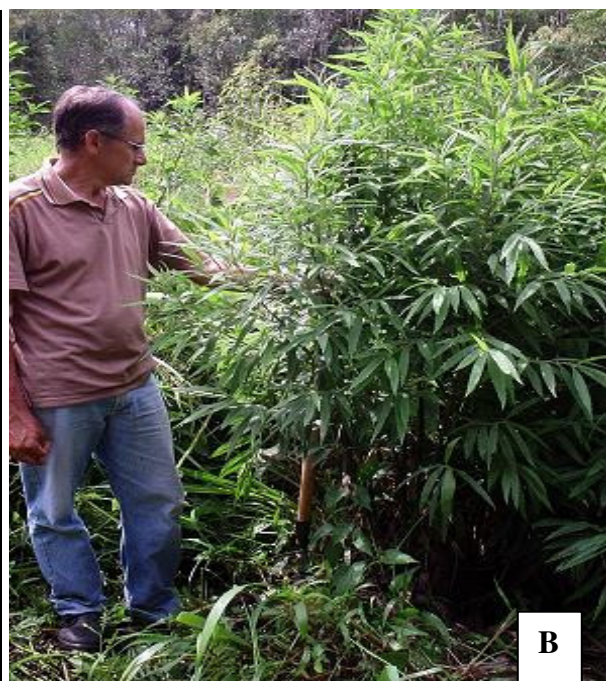
De maneira geral, os dados obtidos nestes experimentos apontam um melhor desempenho de miniestacas em relação às estacas semilenhosas provenientes de brotações e àquelas obtidas de plantas matrizes adultas, concordando com HARTMANN *et al.* (2002) que descreve o material juvenil como menos lignificado e mais favorável ao enraizamento.

6. CONCLUSÃO GERAL

Nas condições em que foram desenvolvidos os experimentos é possível concluir que estacas provenientes de brotações do ano não apresentaram capacidade de enraizamento, mesmo com a utilização do ácido indol butírico. Estacas obtidas de brotações de cepa manifestaram favorabilidade à formação de raízes adventícias, necessitando novos estudos com relação à nutrição, substratos, tipo e dosagens do regulador vegetal. O material juvenil proveniente de miniestacas apresentou maior capacidade de enraizamento adventício, necessitando aperfeiçoamento da técnica.

ANEXOS

ANEXO 1 – *Piptocarpha angustifolia* Dusén, Colombo – PR, 2004. Planta matriz adulta (A); brotações de cepa (B); Instalação do experimento de estaquia (C); Estaca proveniente de rebrotação enraizada (verão de 2005) (D).



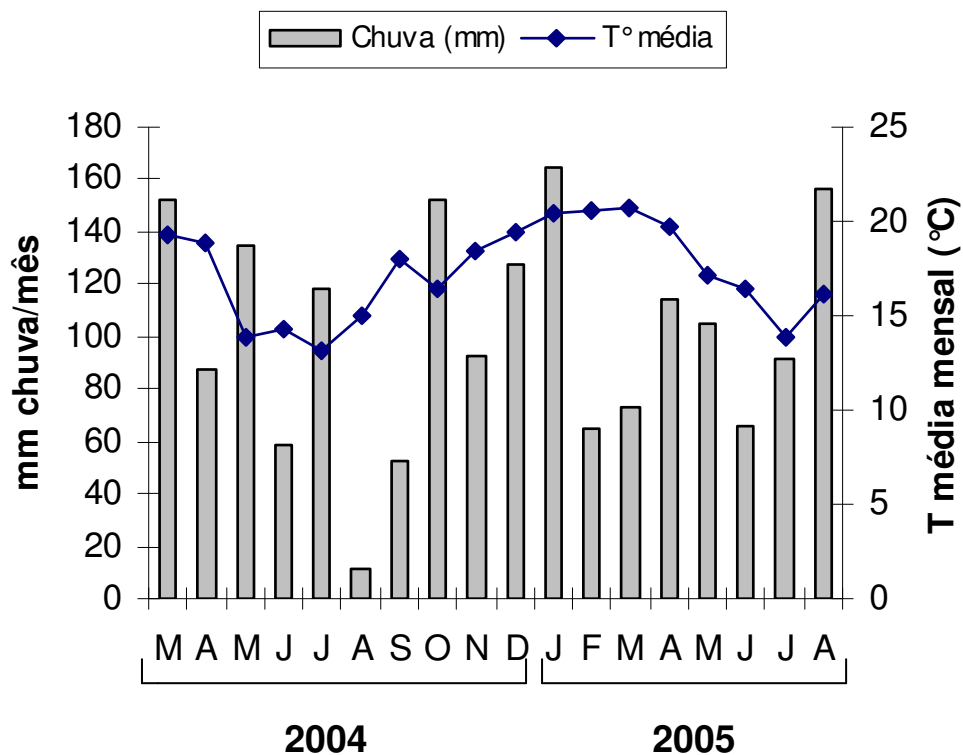
Fonte: Ferriani, A. P., 2004/2005

ANEXO 2 – Material juvenil de *Piptocarpha angustifolia*. Minicepas com brotações (A); Instalação de miniestaquia (B); Minijardim clonal (C); Miniestacas enraizadas (D).



Fonte: FERRIANI, A. P., 2005

ANEXO 3 – Precipitações e temperaturas médias mensais no período de março de 2004 a agosto de 2005, registradas pela estação meteorológica de Curitiba e fornecidas pelo SIMEPAR, 2005.



ANEXO 4 - Precipitação mensal, temperaturas médias, média das mínimas e média das máximas no período de março de 2004 a agosto de 2005, registradas pela estação meteorológica de Curitiba e fornecidas pelo SIMEPAR, 2005.

Mês/ano	Chuva (mm)	Temperatura (°C)		
		Média	Média das mínimas	Média das máximas
Agosto de 2005	158,8	16,2	4,5	29,7
Julho de 2005	91,1	13,9	2,7	26,2
Junho de 2005	66,1	16,4	8,6	26,2
Mai de 2005	104,8	17,1	7,0	28,2
Abril de 2005	114,4	19,7	10,8	30,7
Março de 2005	72,8	20,7	12,6	33,4
Fevereiro de 2005	64,8	20,6	13,8	31,2
Janeiro de 2005	164,6	20,4	13,6	31,2
Dezembro de 2004	128,0	19,4	12,5	31,3
Novembro de 2004	92,1	18,4	12,0	31,1
Outubro de 2004	152,0	16,5	6,3	30,5
Setembro de 2004	52,5	18,0	8,6	32,4
Agosto de 2004	11,6	15,0	1,8	28,3
Julho de 2004	117,8	13,2	1,7	25,2
Junho de 2004	58,4	14,3	-0,3	24,5
Mai de 2004	134,6	13,8	4,9	26,2
Abril de 2004	87,4	18,9	11,5	34,0
Março de 2004	152,3	19,3	11,1	30,7

Fonte: SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná), 2005