

MARCOS ANTONIO COOPER

Maximização do Potencial de Enraizamento
de Estacas de *Eucalyptus dunnii* Maiden

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau e título de Mestre em Ciências Florestais.

CURITIBA
1990

MINISTERIO DA EDUCACAO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS
COORDENACAO DO CURSO DE POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato **MARCOS ANTONIO COOPER**, sob o título "**MAXIMIZAÇÃO DO POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE Eucalyptus dunnii Maiden**" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em **SILVICULTURA**, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "**APROVAÇÃO**" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

Observação:

O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, **APROVADA** ou **NÃO APROVADA**.

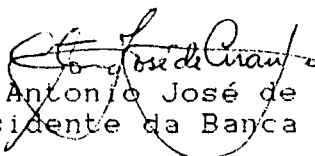
Curitiba, 09 de março de 1990



Profa.Ph.D. Maria Elisa Cortezzi Graça
Primeira Examinadora



Prof.Dr. Mario Takao Inoue
Segundo Examinador



Prof.Ph.D. Antonio José de Araujo
Presidente da Banca



Aos meus queridos pais por não terem medido esforços e apoio à minha formação.

Aos meus irmãos.

A minha querida prima Arlete Schimdlim Imbiriba.

E especialmente ao Dr. Daisaku Ikeda, Presidente da Soka Gakkai Internacional, por suas preciosas orientações.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu amigo e orientador, Prof. Dr. Antonio José de Araujo, quero deixar meus sinceros agradecimentos por sua inestimável amizade, apoio, sugestões e orientação na realização deste trabalho.

A Dra. Maria Elisa C. Graça, Pesquisadora do CNPF/EMBRAPA, pela sua sincera amizade, apoio e preciosas orientações durante o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Mario Takao Inoue, pelas sugestões e co-orientação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo, permitindo minha manutenção durante o Curso.

Ao CNPF/EMBRAPA, através do Engº Agrônomo Dr. Luciano Lisboa Junior pelo apoio na obtenção de recursos financeiros e instrumentais para a execução e coleta de material.

Ao Engenheiro Agrônomo Fernando Rodrigues Tavares, grande amigo, agradeço sinceramente pelos incentivos e experiência de vida, trocados durante a minha permanência no CNPF/EMBRAPA.

Ao amigo, Engenheiro Florestal M. Sc. Antonio Aparecido Carpanezi, por ter me proporcionado a realização deste trabalho no CNPF/EMBRAPA.

Ao amigo, Engenheiro Agrônomo, e Estatístico, M. Sc., Edilson Batista de Oliveira, pelo valioso auxílio na análise e processamento de dados.

Aos laboratoristas e amigos Luiz Candido dos Santos e Vero Oscar Cardoso dos Santos, pela ajuda indispensável e apoio na manutenção dos experimentos deste trabalho.

Ao Osmir José Lavoranti, pela diagramação e impressão do texto.

A todas as pessoas que direta e indiretamente colaboraram na realização deste trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

MARCOS ANTONIO COOPER, filho de Rubens Cooper e Carmella Zonatto Cooper, nasceu em Curitiba, PR, a 28 de agosto de 1957.

Concluiu o primário no Grupo Escolar Tiradentes, o ginásio no Instituto Lins de Vasconcellos, e o 2º grau no Colégio Martinus e Colégio Iguaçu. No ano de 1977 ingressou no Curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná. Durante o período acadêmico, participou de vários cursos de extensão universitária, além de ter atuado como monitor da disciplina de Exploração Florestal.

Graduado Engenheiro Florestal em 25 de agosto de 1982, foi aprovado no segundo semestre em 1983 como professor das disciplinas de Exploração Florestal e Proteção Florestal na Fundação de Ensino e Tecnologia de Alfenas, MG.

Em 1984, ingressou como bolsista no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, CNPF/EMBRAPA-Colombo, PR., onde atuou na área de Propagação Vegetativa. No ano de 1986 foi admitido no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal.

Atualmente, exerce a função de Engenheiro Florestal da Empresa Agro Florestal Queimados Ltda, e Diretor Financeiro do Grupo Reuno-Administração de Consórcios.

SUMÁRIO

	<u>LISTA DE TABELAS</u>	x
	<u>LISTA DE FIGURAS</u>	xii
	<u>LISTA DE ABREVIATURAS</u>	xiv
	<u>RESUMO</u>	xv
1	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
2	<u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	4
2.1	<u>Eucalyptus dunnii</u> Maiden.....	4
2.2	PROPAGAÇÃO VEGETATIVA.....	5
3	<u>SELEÇÃO DE MATRIZES PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii</u>	13
3.1	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
3.1.1	Origem, Local e época de coleta das estacas..	13
3.1.2	Preparo das Estacas.....	14
3.1.3	Tratamentos Fitossanitários.....	15
3.1.4	Tratamento com Ácido indol-3-butírico.....	15
3.1.5	Plantio e Condução dos Experimentos.....	16
3.1.6	Análise dos Dados.....	17
3.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	18
3.3	CONCLUSÕES.....	23

4	<u>INFLUÊNCIA DO TIPO DE ESTACAS NO ENRAIZAMENTO DE</u> <u>E. dunnii</u>	24
4.1	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1.1	Origem, Local e época de coleta das estacas..	24
4.1.2	Preparo das Estacas.....	25
4.1.3	Tratamentos Fitossanitários.....	26
4.1.4	Tratamento com Ácido indol-3-butírico.....	26
4.1.5	Plantio e Condução dos Experimentos.....	27
4.1.6	Delineamento Estatístico.....	28
4.1.7	Análise dos Dados.....	28
4.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
4.3	CONCLUSÕES.....	34
5	<u>INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO ACIDO INDOL-3-BUTÍ-</u> <u>RICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii</u>	36
5.1	MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
5.1.1	Preparo das Estacas.....	36
5.1.2	Tratamentos Fitossanitários.....	37
5.1.3	Tratamento com Ácido indol-3-butírico.....	37
5.1.4	Plantio e Condução dos Experimentos.....	37
5.1.5	Delineamento Estatístico.....	38
5.1.6	Análise dos Dados.....	39
5.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
5.3	CONCLUSÕES.....	44
6	<u>INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E NUTRIENTES NO ENRAIZA-</u> <u>MENTO DE E. dunnii</u>	45
6.1	MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
6.1.1	Preparo das Estacas.....	45
6.1.2	Tratamentos Fitossanitários.....	46

6.1.3	Tratamento com Ácido indol-3-butírico.....	46
6.1.4	Plantio e Condução dos Experimentos.....	46
6.1.5	Delineamento Estatístico.....	47
6.1.6	Análise dos Dados.....	48
6.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
6.3	CONCLUSÕES.....	54
7	<u>INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE LUMINOSA NO ENRAIZAMEN-</u> <u>TO DE ESTACAS DE E. dunnii</u>	56
7.1	MATERIAIS E MÉTODOS.....	56
7.1.1	Preparo das Estacas.....	56
7.1.2	Tratamentos Fitossanitários.....	57
7.1.3	Tratamento com Ácido indol-3-butírico.....	57
7.1.4	Plantio e Condução dos Experimentos.....	57
7.1.5	Delineamento Estatístico.....	58
7.1.6	Análise dos Dados.....	59
7.2	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	60
7.3	CONCLUSÃO.....	62
8	<u>CONCLUSÕES GERAIS</u>	63
	<u>APÊNDICE</u>	65
	<u>ABSTRACT</u>	70
	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	71

LISTA DE TABELAS

1	PROCEDÊNCIAS DE <u>E. dunnii</u> UTILIZADAS NESSE TRABALHO..	14
2	TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (VERÃO E OUTONO) - EXPERIMENTO 1.....	17
3	FREQUÊNCIA TOTAL DE MATRIZES DE <u>E. dunnii</u> COM AS RESPECTIVAS PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS NO INÍCIO DO VERÃO (1ª REBROTA).....	18
4	FREQUÊNCIA TOTAL DE MATRIZES DE <u>E. dunnii</u> COM AS RESPECTIVAS PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS NO FINAL DE OUTONO (2ª REBROTA).....	19
5	PORCENTAGEM E FREQUÊNCIA DE ENRAIZAMENTO DE MATRIZES DE <u>E. dunnii</u> POR PROCEDÊNCIA NO INÍCIO DO VERÃO (1ª REBROTA).....	21
6	PORCENTAGEM E FREQUÊNCIA DE ENRAIZAMENTO DE MATRIZES DE <u>E. dunnii</u> POR PROCEDÊNCIA NO FINAL DO OUTONO (2ª REBROTA).....	22

7	TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (PRIMAVERA) - EXPERIMENTO 2.....	28
8	TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (OUTONO) - EXPERIMENTO 3.....	37
9	TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (PRIMAVERA) - EXPERIMENTO 4.....	46
10	TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (VERÃO) - EXPERIMENTO 5.....	57
1A	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA <u>E. dunnii</u> PARA DIFERENTES CLONES, DIÂMETROS, NÚMERO DE PARES DE FOLHAS E ÁREA FOLIAR..	66
2A	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA SEIS CONCENTRAÇÕES DE AIB EM SEIS CLONES DE <u>E. dunnii</u>	67
3A	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <u>E. dunnii</u> PARA DIFERENTES CLONES, SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO DE HOAGLAND...	68
4A	ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <u>E. dunnii</u> PARA DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS.....	69

LISTA DE FIGURAS

1	POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO DE MATRIZES DE <u>E. dunnii</u> NO VERÃO E NO OUTONO.....	20
2	INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DAS ESTACAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <u>E. dunnii</u>	30
3	INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DAS ESTACAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES DE <u>E. dunnii</u>	30
4	INFLUÊNCIA DO NÚMERO DE PARES DE FOLHAS NO ENRAIZA- MENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES DE <u>E. dunnii</u>	31
5	INFLUÊNCIA DE ESTACAS COM UM E DOIS PARES DE FOLHAS PARA AS CLASSES DIAMÉTRICAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTA- CAS DE <u>E. dunnii</u>	31
6	INFLUÊNCIA DA ÁREA FOLIAR NO ENRAIZAMENTO DE ESTA- CAS PARA OS CLONES DE <u>E. dunnii</u>	32
7a	INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES 1, 2, 3 DE <u>E. dunnii</u>	41

7b	INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES 4, 5, 6 DE <u>E. dunnii</u>	42
8	INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <u>E. dunnii</u>	43
9	INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA QUATRO CLONES DE <u>E. dunnii</u>	51
10	INFLUÊNCIA DO TIPO DE SUBSTRATO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <u>E. dunnii</u>	51
11	INFLUÊNCIA DA SOLUÇÃO DE HOAGLAND NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <u>E. dunnii</u>	53
12	INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE LUMINOSA NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE <u>E. dunnii</u>	61

LISTA DE ABREVIATURAS

- | | | | |
|---|--------|---|--|
| 1 | A | - | Areia |
| 2 | AIB | - | Ácido indol-3-butírico |
| 3 | SCIRO | - | Commonwealth Scientific Industrial Research Organization |
| 4 | P.A.C. | - | Palha de arroz carbonizada |
| 5 | T+V | - | Turfa e vermiculita |
| 6 | V | - | Vermiculita |
| 7 | v/v | - | Volume por volume |

RESUMO

O potencial de enraizamento de estacas de Eucalyptus dunnii Maiden foi estudado através da realização de cinco experimentos consecutivos. Foram considerados e otimizados os seguintes fatores: variabilidade na capacidade de enraizamento entre 645 matrizes e três procedências; duas épocas do ano; seleção de clones com porcentagem de enraizamento igual ou superior a 50% ; tipos de estacas (diâmetro, número de pares de folhas e área foliar); concentrações de ácido indol-3-butírico; tipos de substratos; soluções nutritivas e intensidades luminosas. No primeiro experimento, houve uma grande variabilidade na capacidade de enraizamento entre matrizes e procedências. Estacas coletadas no início do verão tiveram maior enraizamento (13%) do que estacas coletadas no final de outono (5,4%). No segundo experimento, estacas finas (diâmetros $\leq 0,5$ cm) apresentaram maior porcentagem de enraizamento (46,4%) do que estacas grossas (diâmetro $> 0,5$ cm) que atingiram 30,5% . Estacas finas com um e dois pares de folhas apresentaram respectivamente 44,9% e 47,8% de enraizamento. Já as estacas grossas com dois pares de folhas apresentaram uma porcentagem de enraizamento (37,5%) maior que aquelas com um par de folhas (23,6%). A redução da área foliar pela metade não influenciou o enraizamento de estacas com um ou dois pares de folhas. No terceiro experimento, diferentes respostas de enraizamento ocorreram dependendo do clone e da concentração de AIB utilizado. Estacas tratadas com a concentração de AIB a 4.000 p.p.m. apresentaram 44,9% de enraizamento, sendo esta a que foi economicamente mais viável. No quarto experimento não ocorreram diferenças na capacidade de enraizamento entre os substrato vermiculita (59,2%), turfa e vermiculita (50,4%) e palha de arroz carbonizada (49,9%). Entretanto esses substratos foram superiores à areia (30,6%). Entre as três concentrações da solução de Hoagland (0, 50% e 100%) a concentração de 50% na dosagem de 5 ml por estacas foi superior às demais com 50,2% de enraizamento de estacas. No quinto experimento não houve influência na capacidade de enraizamento entre as intensidades luminosas de 100% , 70% e 50% com respectivamente 58,2% , 58,7% e 56,4% . A otimização dos fatores considerados elevou a porcentagem média de enraizamento de estacas de 13% para 57,8% .

1 INTRODUÇÃO

A possibilidade de se conseguir grandes volumes de madeira em ciclos relativamente curtos deve estar aliada à aplicação de técnicas silviculturais adequadas e à escolha criteriosa de espécies mais adaptadas.

Estes são fatores importantes e decisivos para que a continuidade das atividades florestais possa ser mantida e o sucesso econômico de grandes investimentos possa ser assegurado (LEITE et alii²⁹).

Apesar do enorme número de espécies do gênero Eucalyptus e a grande variação na plasticidade destas espécies, o desenvolvimento da eucaliptocultura em regiões onde ocorrem geadas tem sido bastante difícil, face a pouca tolerância de muitas espécies a essas condições climáticas.

Por outro lado, existem espécies que toleram temperaturas inferiores a 0° C em suas áreas de ocorrência natural na Austrália; e algumas delas foram introduzidas na região sul do Brasil, onde o inverno é rigoroso e as geadas são frequentes (FISHWICK¹⁵, URIBE³⁷).

Entre estas espécies, Eucalyptus dunnii Maiden tem se destacado como espécie promissora na região sul, tanto pelo seu rápido crescimento e excelente forma, como principalmente pela sua tolerância às injúrias causadas pela geada. Ele tem desempenho similar ao E. viminalis, amplamente testado em locais de ocorrência deste fenômeno climático (LEITE et alii²⁹, FISHWICK¹⁵).

Quando comparado com espécies mais tradicionais do gênero Eucalyptus para a produção de celulose e papel, E. dunnii apresenta resultados tecnológicos similares (MONTEIRO et alii³²).

Porém, o estabelecimento de plantios comerciais estão limitados pela escassez de sementes produzidas por essa espécie. Além disso, a sua limitada área de ocorrência natural e a sua pouca representatividade no setor florestal australiano dificultam a disponibilidade de sementes desta espécie.

Uma alternativa para acelerar o processo de produção de mudas dessa espécie é a propagação vegetativa. Entre as técnicas de propagação vegetativa mais utilizadas para o estabelecimento de bancos clonais, pomares de sementes e plantações para a conservação genética, estão a enxertia, alporquia e a estaquia. Porém, o emprego das duas primeiras técnicas é limitada para as espécies de Eucalyptus. A alta incompatibilidade entre o porta-enxerto e enxerto é um dos problemas encontrados na enxertia. A alporquia, por sua vez, não é viável para a propagação massal devido à grande dificuldade de se trabalhar em árvores muito altas no campo, além de que, os custos para a sua execução são geralmente altos (DAVIDSON¹³).

A estaquia é, ainda, a técnica de maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios de clones superiores em larga escala comercial, pois permite o aumento e a uniformização do genótipo selecionado em um curto período de tempo.

No entanto, para a maioria das espécies de Eucalyptus e também de outras espécies florestais, o emprego da estaquia tem limitações na propagação de árvores adultas, exceto quando se utiliza material rejuvenescido, como as brotações adventícias que nascem próximas à base das árvores, ou em touças, após o corte (HARTNEY²¹).

A utilização de brotações de touças de E. dunnii para a estaquia, não está limitada pela capacidade de rebrota, pois está em torno de 95% (GRAÇA & TOTH¹⁸). O que é preciso é avaliar o potencial de enraizamento de estacas produzidas dessas brotações.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo verificar a variação da capacidade de enraizamento de matrizes de E. dunnii, e maximizar o enraizamento de estacas através da seleção de clones e a otimização dos fatores que influenciam o enraizamento de estacas.

Os cinco experimentos realizados são apresentados em capítulos distintos, cada qual com as respectivas seções de materiais e métodos, resultados e discussões, e conclusões. Um capítulo de conclusões gerais sumarizando as conclusões de cada experimento é apresentado no final do trabalho.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Eucalyptus dunnii Maiden

Eucalyptus dunnii tem sua região de ocorrência natural na Austrália, restringindo-se a pequenas áreas no nordeste de Nova Gales do Sul e no sudeste de Queensland. A amplitude latitudinal de sua distribuição está aproximadamente entre 28° e 30°15'S e em altitudes variando entre 300 a 750 m. Esta espécie apresenta árvores de porte elevado, podendo atingir até 50 m de altura, com fustes retos de até 30 a 35 m de comprimento e diâmetros (DAP) de 1,0 a 1,5 m. Ocorre comumente associada com outras espécies do gênero Eucalyptus tais como: E. saligna, E. microcorys, E. grandis, E. propinqua, E. dalrympleana sub sp. heptantha. (BOLAND et alii⁴).

Segundo esses autores, esta espécie se desenvolve em regiões de clima subtropical úmido, com temperatura média do mês mais quente entre 27° e 30°C e com as médias do mês mais frio entre 0 e 3°C, ocorrendo de 20 a 60 geadas por ano. A precipitação média anual está entre 1.000 e 1.750 mm, com a máxima no verão e com

cerca de três meses de estação seca no inverno. Ocorre em solos úmidos, férteis, principalmente de origem basáltica, podendo desenvolver-se, também, em solos derivados de rochas sedimentares, principalmente aqueles bem drenados.

2.2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA

A propagação vegetativa de plantas só é possível pelo fato de seus tecidos terem a capacidade de reassumirem as funções meristemáticas, conseqüentemente, as plantas propagadas dessa forma reproduzem todas as características idênticas à planta-matriz (HARTMANN & KESTER²⁰).

Entre as técnicas de propagação vegetativa utilizadas, estão a enxertia, a alporquia e a estaquia. No entanto, as duas primeiras apresentam limitações quanto à sua utilização para as espécies do gênero Eucalyptus (DAVIDSON¹³). Da mesma forma, o emprego da técnica de estaquia para árvores adultas de Eucalyptus é muito difícil (GURGEL FILHO¹⁹). No entanto, esta técnica apresenta bons resultados com estacas obtidas de material juvenil, oriundos de brotações de cepas, brotações epicórmicas e plantas jovens (PATON et alii³³; HARTNEY²¹).

Quanto aos custos de produção, a estaquia é ainda, a técnica de maior viabilidade econômica sobre as outras técnicas de propagação (CRESSWELL & FOSSARD¹²; HARTNEY²¹). Esta técnica é mais simples e rápida na propagação de indivíduos genotipicamente supe-

riores, resistentes a pragas e doenças. Possibilita, também, a propagação de espécies que apresentam problemas na germinação e produção de sementes.

A aptidão natural de enraizamento de estacas varia entre e dentro de espécies (CAMPINHOS & IKEMORI⁷). Segundo estes autores, na Aracruz (ES), foram conduzidos testes de enraizamento de estacas, para várias espécies e híbridos de Eucalyptus. Embora com diferentes percentuais de enraizamento, apresentaram resultados positivos as seguintes espécies: E. pilularis, E. brassiana, E. microcorys, E. pellita, E. tereticornis, E. urophylla, E. resinifera, E. alba, E. torelliana, E. grandis, E. saligna, E. deglupta e os seguintes híbridos: E. torelliana x E. citriodora e E. grandis x E. urophylla.

Fatores fisiológicos, hormonais e ambientais influenciam na capacidade de enraizamento de espécie do gênero Eucalyptus (VALE & CALDEIRA^{3B}). Entre os fatores fisiológicos podem ser citados a época do ano em que se faz a coleta, a idade ontogenética do material e o tipo de estaca utilizado.

Existem espécies que enraizam melhor quando as brotações são coletadas fora da estação de crescimento e outras que apresentam melhores resultados quando a coleta é feita no início ou durante a estação de crescimento (HARTMANN & KESTER²⁰, KOMISSAROV^{2B}). Estes mesmos autores relacionam a época com o fluxo de crescimento dos brotos e o grau de lignificação dos mesmos. Na República do Congo, o período de outubro a fevereiro, foi a melhor época para o enraizamento de estacas de Eucalyptus (CHAPERON & QUILLET¹⁰). Em Coff's Harbour, Nova Gales do Sul, a melhor época para o enraizamento de

estacas de E. grandis foi de setembro a janeiro (CLARKE⁹).

Segundo CARRERA GARCIA⁸, o estado nutricional das plantas é um fator importante. Este autor estudou substâncias hormonais em várias espécies de Pinus, que favorecem a iniciação radicular em estacas, verificando que suas concentrações variam de acordo com as estações anuais, explicando desta forma a maior ou menor facilidade de enraizamento em relação às diversas épocas do ano.

VIEITEZ & PENNA^{*}, citados por IRITANI²⁵, estudaram o ritmo estacional de enraizamento de Salix atrocinnerea e observaram três fases de enraizamento:

- a) fase pouca ativa, no outono e início do inverno, com 40 a 70% de enraizamento, com raízes curtas e quase nulas;
- b) fase ativa, no fim da primavera e início do verão com 86 a 96% de enraizamento, com raízes curtas e ramificadas;
- c) fase muito ativa, com 96 a 100% de enraizamento, logo após o inverno, com raízes bem formadas e ramificadas.

De acordo com esses autores, essa variação mostrou uma certa correlação com o teor da AIA nas diversas estações do ano.

Por outro lado, a capacidade de enraizamento está em função da idade ontogenética do material. GURGEL FILHO¹⁹ tentou o enraizamento de estacas de árvores adultas de E. citriodora, E. saligna, E. tereticornis e E. alba, não conseguindo êxito mesmo com pré-tratamento com reguladores de crescimento. Em estudos de enraizamento de estacas de E. deglupta, DAVIDSON¹⁴ verificou que

*/ VIEITEZ, E. & PENNA, J. Seasonal rhythm of rooting of Salix atrocinnerea cuttings. Physiol. Plant., 21:544-555, 1968

estacas de indivíduos com até um ano e acima de cinco anos apresentam uma capacidade de enraizamento de 95% e nula, respectivamente.

Segundo PATON et alii³³, a medida que o material atinge a maturidade, a capacidade de enraizamento diminui. Estes autores verificaram que estacas de E. grandis, obtidos após o 14º entrenó, apresentam um decréscimo na capacidade de enraizamento devido ao aumento da concentração de substâncias inibidoras.

Para Eucalyptus, segundo BACHELARD & STOWE*, citado por HARTNEY²¹, a capacidade de enraizamento de estacas é também influenciada pela secção em que estas são retiradas das brotações. Estacas de E. camaldulensis, retiradas de secção basal e mediana, tiveram um enraizamento melhor do que as obtidas da secção apical.

Essa diferença na capacidade de enraizamento pode estar relacionada com o balanço do teor de nitrogênio e carboidratos presentes na planta matriz. Estacas da secção basal apresentaram-se mais lignificadas que as apicais, portanto com um teor elevado de carboidratos em relação ao nitrogênio, o que parece favorecer o enraizamento em muitos casos (HARTMANN & KESTER²⁰). Estacas obtidas do extremo superior (apicais) não produzem boas mudas, pois se tornam curvas e sujeitas à podridão da base e queda das folhas (IKEMORI²⁴).

A presença de folhas é fundamental para o enraizamento de estacas de Eucalyptus (CAMPINHOS & IKEMORI⁷, DAVIDSON¹³, GEARY & HARDING¹⁶). A contribuição das folhas, decorre da produção de

*/ BACHELARD, E.P. & STOWE, B.B. (1963a). Rooting of cuttings of Acer rubrum L. and Eucalyptus camaldulensis Dehn. Aust J. Biol. Sci. 16: ,751-67.

carboidratos necessários para promover o enraizamento. Contudo, as folhas e gemas são também produtores de auxinas, substâncias essas que tem grande influência na formação de raízes em estacas (HARTMANN & KESTER²⁰, KOMISSAROV²⁸, KRAMER & KOZLOWSKI²⁷).

Em E. camaldulensis, a capacidade de enraizamento foi maior em estacas com quatro folhas em relação àquelas com duas folhas (GEARY & HARDING¹⁶). Observaram também, que o melhor enraizamento e brotações foi obtida pela redução de até 75% da área de cada folha em estacas com quatro folhas.

A iniciação de raízes em estacas é controlada pela interação entre reguladores e inibidores de crescimento (AUDUS* citado por IRITANI²⁵). Estes são principalmente produzidos nas regiões de intensa atividade meristemática, como as gemas terminais, e no caso destas estarem ausentes, em primórdios foliares latentes ou em desenvolvimento.

Segundo HARTMANN & KESTER²⁰, existem varios tipos de reguladores de crescimento que influenciam a iniciação de raízes em estacas, como as auxinas, citocininas, giberelinas e etileno. Entre essas, a que possui maior efeito sobre a formação de raízes em estacas é a auxina, sendo que os produtos mais utilizados são o ácido indol-3-butírico (AIB) e o ácido naftaleno acético (ANA). Entretanto, esses autores citam que o uso de AIB é preferido por ser um produto de baixa toxicidade, permite larga gama de concentrações e é eficaz para estimular o enraizamento em um grande número de espécies.

*/ AUDUS, L.J. Plant growth substances 2. ed. New York, Interscience, 1963. 553 p.

O ácido indol-3-butírico promove um aumento na formação de calos e na iniciação radicular, não somente através de seus efeitos morfogênicos, mas também por aumentar o transporte de carboidratos formados pela fotossíntese das folhas para a região de formação de raízes na base das estacas (CAMERON⁶).

Para MENDES³¹, o AIB, utilizado em concentrações abaixo de 10.000 p.p.m. apresentou melhores resultados no enraizamento de estacas, enquanto que acima de 30.000 p.p.m., teve um efeito inibidor na emissão de raízes. No entanto, essas concentrações podem variar com o clima, espécies, condições fisiológicas das estacas e condições ambientais fornecidas (CAMPINHOS & IKEMORI⁷). Esses autores verificaram que para a região da Aracruz, (ES), a concentração ótima de AIB para o enraizamento de estacas de Eucalyptus é de 6.000 p.p.m..

CARRERA GARCIA⁸, cita que o enraizamento de estacas ocorre em dois processos morfogênicos distintos e subsequentes, e portanto, requerem condições diferentes para a otimização de cada um. Fatores intrínsecos das estacas, como a influência ontogenética, tipos de estacas, e reguladores de crescimento, tem papel fundamental na iniciação dos primórdios radiculares, enquanto que condições do meio de enraizamento, nutricionais e ambientais influenciam no desenvolvimento do sistema radicular.

O substrato a ser utilizado para o enraizamento de estacas deve ter a função de sustentação, fornecer umidade e facilitar a penetração do ar para a base da estaca durante o período de enraizamento (HARTMANN & KESTER²⁰ e KOMISSAROV²⁸). O substrato utilizado pode condicionar o desenvolvimento do sistema radicular, pois

um substrato arenoso provoca um sistema radicular ralo, sem ramificação e friável e substratos mais estruturados, um sistema radicular fibroso, ramificado e flexível (GONÇALVES¹⁷). Para se obter um substrato que forneça boas características, recorre-se frequentemente à mistura de diferentes proporções de substratos, tais como terra, areia, vermiculita, etc. (CARRERA GARCIA⁸, HARTMANN & KESTER²⁰).

Em estudos conduzidos por VALLE³⁹ em estacas de Eucalyptus, o uso de areia com vermiculita e somente a vermiculita apresentaram uma maior porcentagem de enraizamento do que areia pura. A utilização de areia e vermiculita ou solo e vermiculita, ambos na proporção 1:1 (v/v), também propiciaram melhores resultados em relação a areia e vermiculita 3:1 (v/v) e solo e vermiculita 3:1 (v/v) para o E. tereticornis e para o E. camaldulensis (BERTOLOTTI²). Mais recentemente, com a utilização do sistema dibbling-tube, para a propagação em larga escala de Eucalyptus, CAMPINHOS & IKEMORI⁷ determinaram que a vermiculita foi o substrato que melhor resultado apresentou para esse sistema.

Sob o ponto de vista nutricional, POGGIANI & SUITER FILHO³⁴ constataram que a aplicação de solução nutritiva foliar em dias alternados provocou um aumento na sobrevivência e no enraizamento de estacas de E. grandis. Resultados similares foram encontrados com a mesma espécie por BRUNE et alii⁵.

Entre os fatores ambientais que influenciaram o enraizamento de estacas estão a água, a luz e a temperatura. A água é normalmente fornecida pelo sistema de nebulização intermitente, que é largamente reconhecido como indispensável para o enraizamento de estacas de Eucalyptus (POGGIANI & SUITER FILHO³⁴). De acordo com

IKEMORI²⁴, a umidade do substrato apresenta um fator fundamental para o sucesso da estaquia, pois é importante manter permanentemente úmidos os tecidos das estacas a fim de assegurar a turgescência celular e evitar a desidratação das mesmas. Um sistema de irrigação intermitente mantém uma atmosfera saturada de vapor d'água ao nível das folhas, diminuindo a sua temperatura e reduzindo a taxa de transpiração e respiração (HARTMANN & KESTER²⁰).

A luz, como em todos os tipos de crescimento vegetal, é de importância primária, porque é a fonte de energia para a fotossíntese. Em estacas com folhas, os produtos da fotossíntese são importantes para a iniciação e o desenvolvimento das raízes. A intensidade e duração da luz deve ser suficientemente grande para que se acumulem taxas de carboidratos para compensar a perdas que ocorrem na respiração (HARTMANN & KESTER²⁰). Entretanto, BOWES*, citado por SILVA³⁵ recomenda, que as estacas não sejam expostas à luz forte e nem aos raios diretos do sol, pois favorecem a mortalidade através da queima dos tecidos mais tenros. De acordo com VALLE & CALDEIRA³⁸, a elevação de 1.000 para 4.000 lux na intensidade luminosa, diminui significativamente tanto a sobrevivência como o enraizamento de estacas, para E. grandis, E. urophylla e E. dunnii.

*/ BOWES, O. Simple methods for propagation by cuttings. Bonsai Bulletin, 3 (3):1-23, 1965.

3 SELEÇÃO DE MATRIZES PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii

EXPERIMENTO 1

3.1 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1.1 Origem, Local e época de Coleta das Estacas

As estacas foram obtidas de brotações oriundas de 645 touças, resultantes do corte de 722 árvores com cinco anos de idade num povoamento de Eucalyptus dunnii (Tabela 1). O povoamento está localizado no Centro Nacional de Pesquisas de Florestas-CNPF/EMBRA-PA, em Colombo, PR. As estacas foram coletadas em duas épocas: início de verão (1ª rebrota) e final do outono (2ª rebrota).

O local situa-se na latitude de 25°20'S, longitude de 49°14'W e 920 m de altitude. O clima da região é tipo cfb, temperado, sem estação seca. O solo é um cambissolo, com horizonte A proeminente, de textura franco-argilosa, com pH 5,5 e baixa fertilidade natural.

TABELA 1 . PROCEDÊNCIAS DE E. dunnii UTILIZADAS NESSE TRABALHO

PROCEDÊNCIA	Nº LOTE (CSIRO)	LATITUDE (S)	LONGITUDE (E)	ALTITUDE (m)
Urbenville-NSW	11.241	28°28'	152°32'	350
Moletton-NSW	11.705	30°10'	152°10'	430
Dorrigo-NSW	10.411	30°28'	152°42'	700

3.1.2 Preparo das Estacas

No início do verão as estacas foram coletadas de 645 matrizes, sendo o número de matrizes por procedência, respectivamente 274, 214 e 157 para as procedências Urbenville, Moletton e Dorrigo.

No final do outono as estacas foram coletadas de 632 matrizes, sendo o número de matrizes por procedência, respectivamente 267, 211 e 154 para as procedências Urbenville, Moletton e Dorrigo.

Em ambas as épocas, as brotações foram coletadas com cerca de 60 cm de altura e etiquetadas de acordo com o número da matriz e procedência. Em seguida foram colocadas em caixa de isopor com água e assim transportadas para a casa de vegetação, protegidas do sol e do vento, de forma que as folhas não fossem danificadas e a transpiração fosse mínima.

Uma vez na casa de vegetação, as brotações foram colocadas sob um sistema de nebulização intermitente para a manutenção da umidade constante do material, até que as estacas fossem preparadas na sua forma definitiva.

As estacas se constituíram de segmentos dessas brotações com aproximadamente 10 cm de comprimento e diâmetro variando de 0,4 a

1,0 cm. Foi mantido um par de meias-folhas, para permitir um melhor acomodamento no leito de enraizamento e reduzir a transpiração foliar durante o período de avaliação da capacidade de enraizamento.

3.1.3 Tratamentos Fitossanitários

Após o preparo das estacas, estas foram separadas de acordo com o número da matriz e procedência, e mergulhadas totalmente em uma solução de hipoclorito de sódio a 1%, durante 5 minutos para a eliminação de patógenos e parasitas. Após este tratamento, foram lavadas em água corrente pelo mesmo período de tempo. Este tratamento teve por objetivo evitar a eclosão de ovos de lagartas e a sua proliferação. Os ovos estavam sendo transportados nas folhas de brotações para dentro da casa de vegetação. Posteriormente, as estacas foram basalmente mergulhadas em uma solução de fungicida Benlate-Benomyl (metil-1-(butyl-carbamyl)-2-benzimidazol-carbamato 50%), que é um pó molhável, na concentração de 500 mg.l^{-1} , durante 15 minutos. Em seguida, estas foram postas a secar para que houvesse a absorção do fungicida.

3.1.4 Tratamento com Ácido indol-3-butírico (AIB)

As estacas de cada matriz foram basalmente imersas em uma solução 50% alcoólica de ácido indol-3-butírico na concentração de 4.000 p.p.m., durante cinco segundos.

3.1.5 Plantio e Condução dos Experimentos

Após terem recebido os tratamentos fitossanitários e de AIB, as estacas foram plantadas, na profundidade de mais ou menos um terço de seu comprimento, em tubetes cônicos de polipropileno de 56 cm³ de volume. O substrato utilizado foi vermiculita de textura média previamente expurgado com brometo de metila a 75 ml.m⁻².

As estacas foram colocadas em bandejas de isopor (suporte para os tubetes) e etiquetadas de acordo com o número e procedência de cada matriz. Este experimento foi mantido em casa de vegetação, com a luz solar incidente reduzida pela utilização de sombrite 30% colocado por fora de toda a casa. Considerando a retenção de luz solar pelos vidros da casa, que foi na ordem de 28,4%, o sombreamento proporcionado as estacas foi de aproximadamente 50%. A umidade relativa do ar foi mantida em 85%, através da utilização de um sistema de nebulização controlado por um humidostato.

Duas vezes por semana, as estacas receberam um tratamento de fungicida Benlate na concentração de 500 mg.l⁻¹, e em dias alternados, foram pulverizadas com adubo foliar comercial NPK (7:7:10), suplementado com 0,5% de MgO, 0,02% de Fe, 0,03% Zn e 0,01% de B, na concentração de 5 ml.l⁻¹.

As temperaturas máximas e mínimas registradas dentro da casa de vegetação durante o período experimental encontram-se na tabela 2.

TABELA 2 . TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA DURANTE O PERÍODO DE EXPERIMENTAL (VERÃO E OUTONO)

VERÃO E OUTONO		TEMPERATURA (°C)							
MES	PERÍODO	MÍNIMA NOITE		MÁXIMA NOITE		MÍNIMA DIA		MÁXIMA DIA	
		MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE
DEZEMBRO	22-31	15,0	15-20	24,0	19-25	19,0	16-25	28,0	19-31
JANEIRO	01-31	16,5	16-20	26,0	19-30	21,5	16-27	28,0	19-33
FEVEREIRO	01-19	21,0	17-24	27,0	21-33	23,0	17-28	29,5	21-34
ABRIL	08-30	17,0	13-20	19,0	15-23	20,0	17-21	25,0	15-28
MAIO	01-31	16,0	13-20	18,0	15-23	19,0	17-22	23,0	15-26
JUNHO	01-08	15,0	13-19	17,0	15-20	17,0	16-21	20,0	15-25

3.1.6 Análise dos Dados

Após sessenta dias de observação, foi avaliada a percentagem de enraizamento para todas as matrizes. Foram obtidas 8 e 16 estacas por matriz, respectivamente para os períodos de avaliação no início do verão e no final do outono. Em decorrência de tal fato, foi possível somente uma análise descritiva desses dados.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Houve uma alta variabilidade na capacidade de enraizamento entre as matrizes de E. dunnii, com uma variação de 0 a 100% de enraizamento no verão (Tabela 3), e 0 a 81,25% no outono (Tabela 4).

De um total de 645 matrizes utilizadas no verão, 85% delas apresentaram um enraizamento inferior a 30%, sendo que para maioria delas o enraizamento foi nulo (Tabela 3).

TABELA 3 . FREQUÊNCIA TOTAL DE MATRIZES DE E. dunnii COM AS RESPECTIVAS PORCENTAGENS DE ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS NO INÍCIO DO VERÃO (1ª REBROTA)

Nº ESTACAS UTILIZADAS	ESTACAS ENRAIZADAS (Nº)	ENRAIZAMENTO (%)	MATRIZES (Nº)
8	8	100,0	3
8	7	87,5	1
8	6	75,0	10
8	5	62,5	15
8	4	50,0	23
8	3	37,5	45
8	2	25,0	74
8	1	12,5	130
8	0	0	344

Nº TOTAL DE MATRIZES = 645

MÉDIA GERAL DE ENRAIZAMENTO = 13,0%

Resultados similares ocorreram no outono, quando das 632 matrizes utilizadas, 95% apresentaram um enraizamento inferior a 30% e também um maior número de matrizes com enraizamento nulo (Tabela 4).

TABELA 4 . FREQUÊNCIA TOTAL DE MATRIZES DE *E. dunnii* COM AS RESPECTIVAS PORCENTAGENS DE ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS NO FINAL DO OUTONO (2ª REBROTA)

Nº ESTACAS UTILIZADAS	ESTACAS ENRAIZADAS (Nº)	ENRAIZAMENTO (%)	MATRIZES (Nº)
16	13	81,25	1
16	12	75,00	1
16	10	62,50	1
16	9	56,25	1
16	8	50,00	6
16	7	43,75	6
16	6	37,50	6
16	5	31,25	9
16	4	25,00	18
16	3	18,75	26
16	2	12,50	46
16	1	6,25	86
16	0	0	425

Nº TOTAL DE MATRIZES = 632

MÉDIA GERAL DE ENRAIZAMENTO = 5,4%

Houve uma menor ocorrência de matrizes de alta capacidade de enraizamento, de um período para outro, ou seja, no verão 8% do número de matrizes apresentaram uma porcentagem de enraizamento igual ou superior a 50% (Tabela 3). E no outono apenas, 1,6% do número de matrizes tiveram esta mesma porcentagem de enraizamento (Tabela 4). Estes resultados concordam com aqueles obtidos por HIGGA²², trabalhando com 10 matrizes e KIKUTI & MONTEIRO²⁶, com 17 e 128 matrizes, quantidades estas bem menores que a usada neste trabalho. Eles encontraram também uma variabilidade na capacidade de

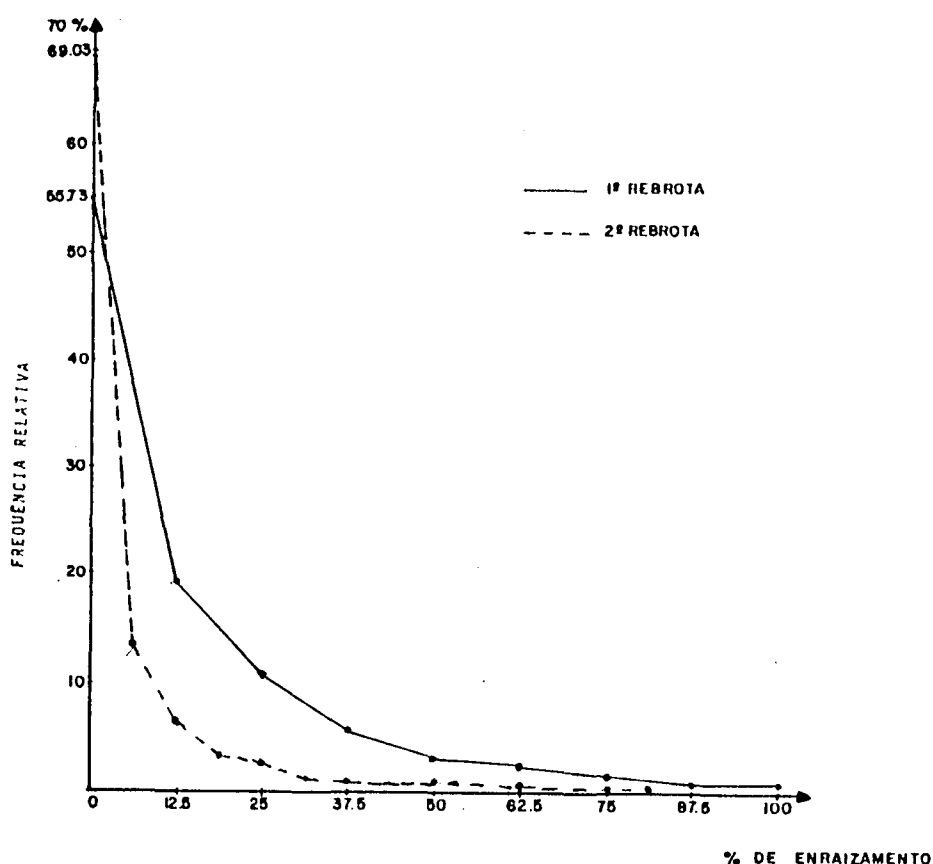
enraizamento entre matrizes de E. dunnii, respectivamente de 2,5 a 71,9% e, 0 a 37,5% ; 0 a 46% com a ocorrência de um maior número de matrizes com baixa capacidade de enraizamento.

Estes resultados fazem com que o Eucalyptus dunnii seja considerado uma espécie de difícil enraizamento

É evidente portanto a necessidade de uma intensa seleção de matrizes com alta capacidade de enraizamento para tornar viável comercialmente a propagação dessa espécie, através da técnica de estaquia.

Além da capacidade individual de enraizamento das matrizes, fatores extrínsecos também influenciaram o enraizamento dessa espécie (Figura 1). Estacas obtidas de brotações coletadas no início do verão tiveram um enraizamento maior do que aquelas coletadas no final do outono.

FIGURA 1 . POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO DE MATRIZES DE E. dunnii NO VERÃO E OUTONO



Neste experimento, a menor porcentagem de enraizamento de estacas de E. dunnii no final de outono, pode ter sido influenciado por uma perda de vigor, por ser a segunda brotação de uma mesma matriz ou devido a diferença de balanços nutricionais e hormonais existentes nessas duas épocas do ano (BLAKE³; CREMER¹¹; CARRERA GARCIA⁸; Mc COMB & WROTH³⁰; TAYLOR et alii³⁶). Também pode ter havido influência da temperatura, luz e umidade durante o período de enraizamento (HARTMANN & KESTER²⁰).

Foram observadas diferenças entre as procedências utilizadas tanto no início do verão como no final do outono (Tabela 5 e 6). A procedência Urbenville apresentou um maior número de matrizes com estacas enraizadas em relação à Moleton e Dorrigo.

TABELA 5 . PORCENTAGEM E FREQUÊNCIA DE ENRAIZAMENTO DE MATRIZES DE E. dunnii POR PROCEDÊNCIA NO INÍCIO DO VERÃO (1ª REBROTA)

ENRAIZAMENTO (%)	PROCEDÊNCIAS		
	URBENVILLE	MOLETON	DORRIGO
	MATRIZES (quantidade)	MATRIZES (quantidade)	MATRIZES (quantidade)
100,0	2	1	-
87,5	-	1	-
75,0	5	4	1
62,5	10	4	1
50,0	13	9	1
37,5	23	15	7
25,0	34	25	8
12,5	66	43	28
0	121	112	111
TOTAL DE MATRIZES	274	214	157
MATRIZES ENRAIZADAS	153	102	46
% DE ENRAIZAMENTO	55,8	47,7	29,3

TABELA 6 . PORCENTAGEM E FREQUÊNCIA DE ENRAIZAMENTO DE MATRIZES DE E. dunnii POR PROCEDÊNCIA NO FINAL DO OUTONO (2ª REBROTA)

ENRAIZAMENTO (%)	PROCEDÊNCIAS		
	URBENVILLE	MOLETON	DORRIGO
	MATRIZES (quantidade)	MATRIZES (quantidade)	MATRIZES (quantidade)
81,25	1	-	-
75,00	1	-	-
62,50	1	-	-
56,25	-	1	-
50,00	3	3	-
43,75	5	1	-
37,50	5	-	1
31,25	6	1	2
25,00	12	5	1
18,75	17	7	2
12,50	20	18	8
6,25	36	33	17
0	160	142	123
TOTAL DE MATRIZES	267	211	154
MATRIZES ENRAIZADAS	107	69	31
% DE ENRAIZAMENTO	40,1	32,7	20,1

Estes resultados evidenciam que o fator genético dentro desta espécie é mais um parâmetro a ser considerado para a maximização do potencial de enraizamento de estacas.

3.3 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que se realizaram os experimentos, conclui-se que:

- a) há uma alta variabilidade na capacidade de enraizamento entre matrizes de E. dunnii;
- b) o E. dunnii pode ser considerado como uma espécie de difícil enraizamento;
- c) entre o verão e o outono, uma maior porcentagem de enraizamento de estacas pode ser esperada no verão;
- d) a capacidade de enraizamento medida pelo número de matrizes com estacas enraizadas, pode variar com a procedência, sendo Urbenville superior a Moleton e Dorrigo.

4 INFLUÊNCIA DO TIPO DE ESTACAS NO ENRAIZAMENTO DE E. dunnii

EXPERIMENTO 2

4.1 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1.1 Origem, Local e época do Experimento

Após as determinações da capacidade de enraizamento das matrizes de E. dunnii realizadas no início do verão e no final do outono, foram selecionados dentro da procedência Urbenville, os seis clones com maior número de rametes e que tivessem apresentado capacidade de enraizamento igual ou superior a 50% no verão e porcentagem de enraizamento diferente de zero no outono. Estes serviriam como fonte de material vegetativo para a obtenção de estacas.

Uma vez que as estacas enraizaram, foram plantadas em sacos plásticos de 60x60x60 cm (216 dm³) com terra previamente expurgada com brometo de metila na dosagem de 75 ml.m⁻². As estacas foram mantidas em casa de vegetação e marcadas de acordo com o número da matriz.

Quinzenalmente, todas plantas foram fertilizadas com adubo comercial NPK (27:10:7), suplementado com 0,05% de B, 0,02% de Zn, 0,01% de Cu e 0,02% de Mo, na concentração de 1 g.l^{-1} , para uma quantidade de seis litros de água por planta.

Semanalmente, foram pulverizadas com Benlate como tratamento preventivo na concentração de 500 mg.l^{-1} .

Estas matrizes foram mantidas em casa de vegetação no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - CNPF/EMBRAPA, em Colombo, Pr, e as estacas foram coletadas no início da primavera.

4.1.2 Preparo das Estacas

Quando as estacas enraizadas atingiram cerca de 60 cm de altura, estas foram cortadas próximo ao 2º nó foliar, deixando uma parte da planta com aproximadamente 15 cm de altura e com um par de folhas para estimular o crescimento de novas brotações para futuros experimentos. Após a poda das matrizes, as brotações foram colocadas sob nebulização intermitente para manter o material sob umidade constante.

Estacas de cada matriz, foram separadas em duas classes diamétricas: com diâmetro superior a 0,5 cm e com diâmetro inferior ou igual a 0,5 cm. Em cada classe diamétrica utilizaram-se estacas com um ou dois pares de folhas, com aproximadamente 12 cm e 16 cm de comprimento, respectivamente. A área foliar foi mantida em 100% (folhas inteiras) e reduzidas a metade 50% (meias-folhas) conforme apresentado a seguir:

- a) classe diamétrica < 0,5 cm:
- i) estacas com 1 par de folhas e 100% da área foliar;
 - ii) estacas com 1 par de folhas e 50% da área foliar;
 - iii) estacas com 2 pares de folhas e 100% da área foliar;
 - iv) estacas com 2 pares de folhas e 50% da área foliar;
- b) classe diamétrica > 0,5 cm:
- i) estacas com 1 par de folhas e 100% da área foliar;
 - ii) estacas com 1 par de folhas e 50% da área foliar;
 - iii) estacas com 2 pares de folhas e 100% da área foliar;
 - iv) estacas com 2 pares de folhas e 50% da área foliar.

4.1.3 Tratamentos Fitossanitários

A metodologia fitossanitária utilizada nesse experimento foi similar àquela descrita na seção 3.1.3.

4.1.4 Tratamento com Ácido indol-3-butírico (AIB)

As estacas de cada matriz foram basalmente imersas em uma solução 50% alcoólica de ácido indol-3-butírico na concentração de 4.000 p.p.m., durante cinco segundos.

4.1.5 Plantio e Condução do Experimento

Após os tratamentos fitossanitário e de AIB, as estacas foram plantadas na profundidade de mais ou menos um terço de seu comprimento, em tubetes cônicos de polipropileno de 56 cm³ de volume. O substrato utilizado foi vermiculita de textura média previamente expurgada com brometo de metila na dosagem de 75 ml.m⁻².

As estacas foram colocadas em bandeja de isopor (suporte para os tubetes) e etiquetadas de acordo com o número da matriz e tipo da estaca (classe diamétrica, pares de folhas e área foliar).

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação sob condições fixas de luminosidade relativa. A intensidade luminosa foi mantida a 50% da luz incidente dentro da casa de vegetação, conforme descrito na seção 3.1.5. A umidade foi suprida por um sistema de nebulização intermitente, controlado por ciclo de tempo 5 minutos por 15 segundos em dias quentes, e em dias nublados e a noite com 12 minutos por 15 segundos.

Duas vezes por semana, as estacas receberam um tratamento de Benlate na concentração de 500 mg.l⁻¹. E em dias alternados, foram pulverizadas com adubo foliar comercial NPK (7:7:10), suplementando com 0,5% MgO, 0,02% de Fe, 0,03% de Zn e 0,01% de B na concentração de 5 ml.l⁻¹.

As temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental estão apresentadas na tabela 7.

TABELA 7. TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (PRIMAVERA)

PRIMAVERA		TEMPERATURA (°C)							
MES	PERÍODO	MÍNIMA NOITE		MÁXIMA NOITE		MÍNIMA DIA		MÁXIMA DIA	
		MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE
SETEMBRO	10-30	20,0	11-26	26,0	14-31	20,5	13-28	27,5	19-34
OUTUBRO	01-31	22,5	18-29	28,0	23-33	23,5	17-28	29,0	26-36
NOVEMBRO	01-09	22,0	18-25	30,0	28-32	21,5	18-25	29,5	25-36

4.1.6 Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em um fatorial 6×2^3 (seis matrizes, duas classes diamétricas, um e dois pares de folhas e duas áreas foliares). Foram utilizados três blocos, e os tratamentos foram aleatorizados dentro de cada bloco, com seis estacas por parcela.

4.1.7 Análise dos Dados

Após sessenta dias de observação, foi analisada a porcentagem de enraizamento. Para efeito da análise da variância (Tabela 1A) o número de estacas enraizadas foi transformado em arco seno da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento.

Foi utilizado o teste F para comparação das médias de enraizamento entre as classes diamétricas das estacas; classes diamétricas de estacas por clone; número de pares de folhas das estacas por clone; número de pares de folhas das estacas por classe diamétrica e área foliar por pares de folhas das estacas por clone.

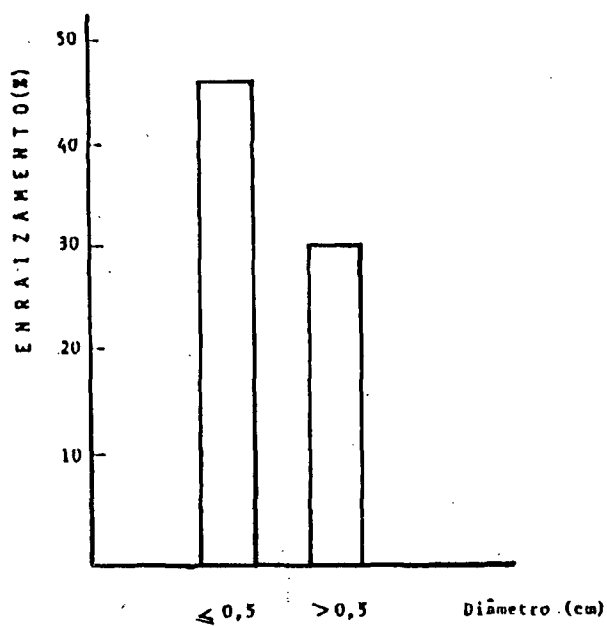
4.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O diâmetro das brotações influenciou o enraizamento de estacas de *E. dunzii* (Figura 2). A maior percentagem de enraizamento, 46,40%, foi obtida para as estacas com diâmetros menores ou igual a 0,5 cm. Um enraizamento de 30,55% foi observado para as estacas com diâmetros maiores que 0,5 cm. Embora os clones tenham apresentado diferentes resultados na percentagem de enraizamento (Figura 3), para cada classe diamétrica, ficou evidente que, quando se utilizam estacas com diâmetros menores ou igual a 0,5 cm, a percentagem de enraizamento tende a aumentar em todos os clones utilizados nesse trabalho.

Estacas com diâmetro maior que 0,5 cm apresentavam-se mais lignificadas e, possivelmente, possuíam uma menor capacidade de diferenciação celular em seus tecidos para a iniciação radicular, do que as de menor diâmetro, considerando a época que esse experimento foi realizado.

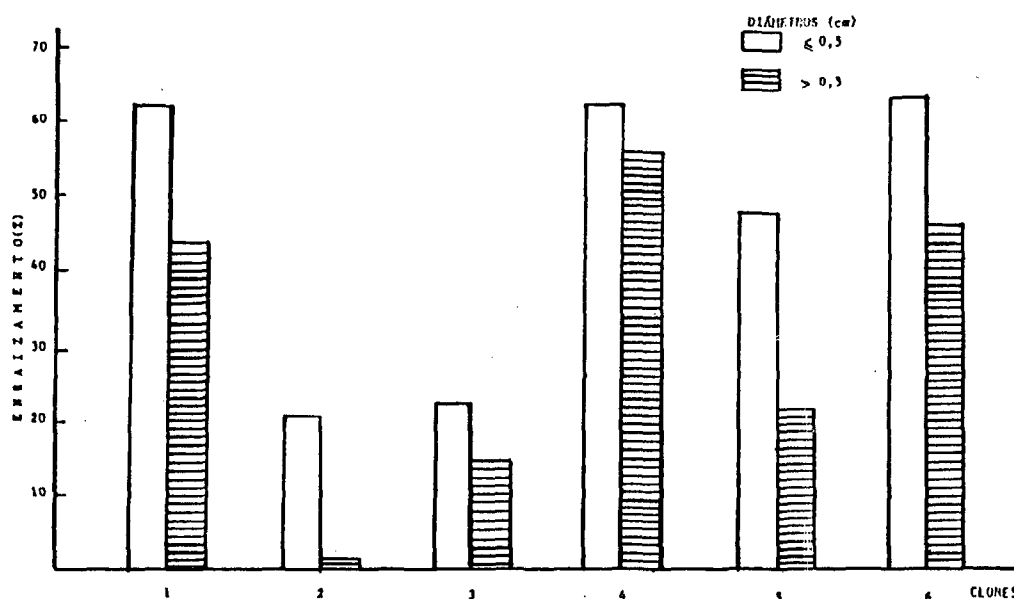
Embora, as estacas com dois pares de folhas tenham apresentado maior percentagem de enraizamento, em cinco dos seis clones, em relação as estacas com um par de folhas (Figura 4) observa-se que tal comportamento mudou quando se considera as classes diamétricas (Figura 5).

FIGURA 2. INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DAS ESTACAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii.



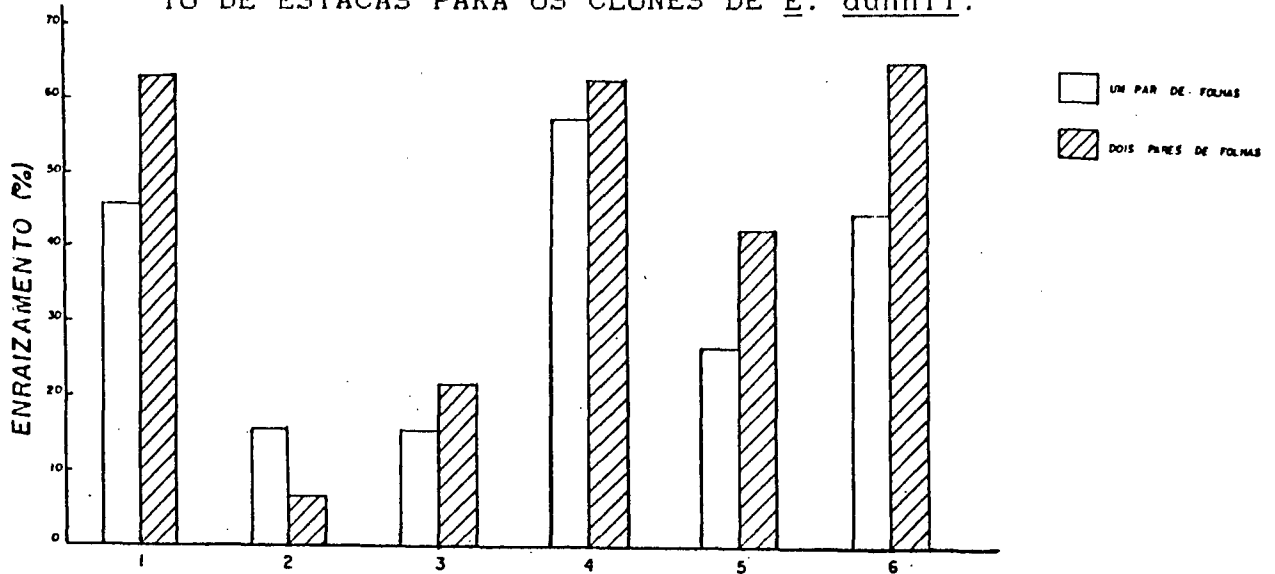
A porcentagem média de enraizamento das estacas por classe diamétrica diferem pelo teste F ao nível de $P < 0,05$.

FIGURA 3. INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DAS ESTACAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES DE E. dunnii.



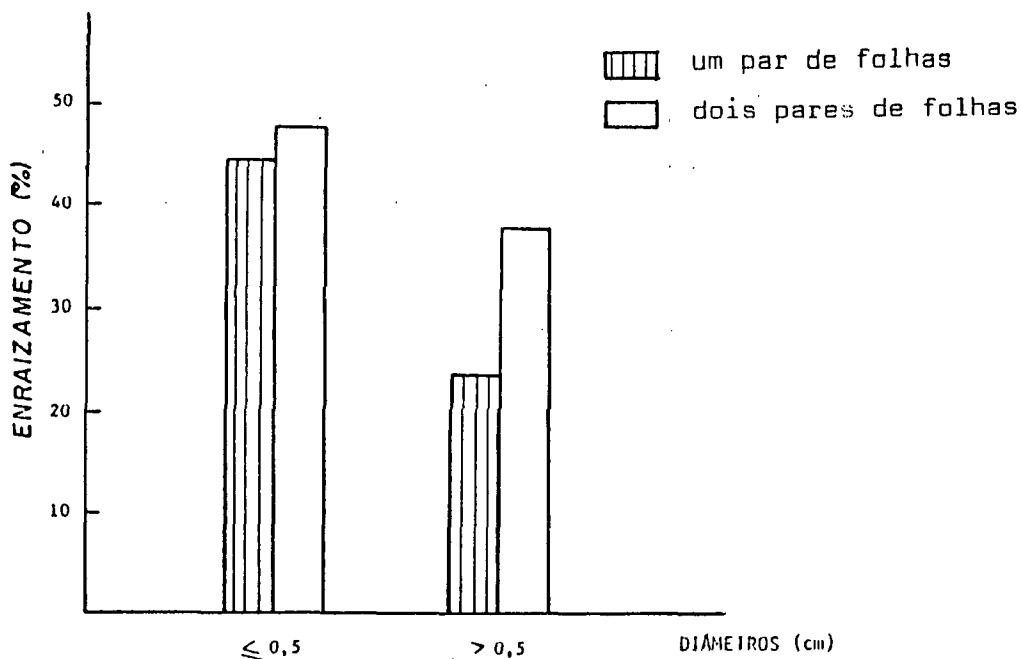
A porcentagem média de enraizamento por classe diamétrica diferem pelo teste F ao nível de $P < 0,01$ para os clones 1, 2, 5 e 6.

FIGURA 4 . INFLUENCIA DO NÚMERO DE PARES DE FOLHAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES DE E. dunnii.



A porcentagem média de enraizamento das estacas com um e dois pares de folhas diferem pelo teste F ao nível de $P < 0,05$ para os clones 1, 2, 5, e 6.

FIGURA 5. INFLUENCIA DE ESTACAS COM UM E DOIS PARES DE FOLHAS PARA AS CLASSE DIAMÉTRICAS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii.

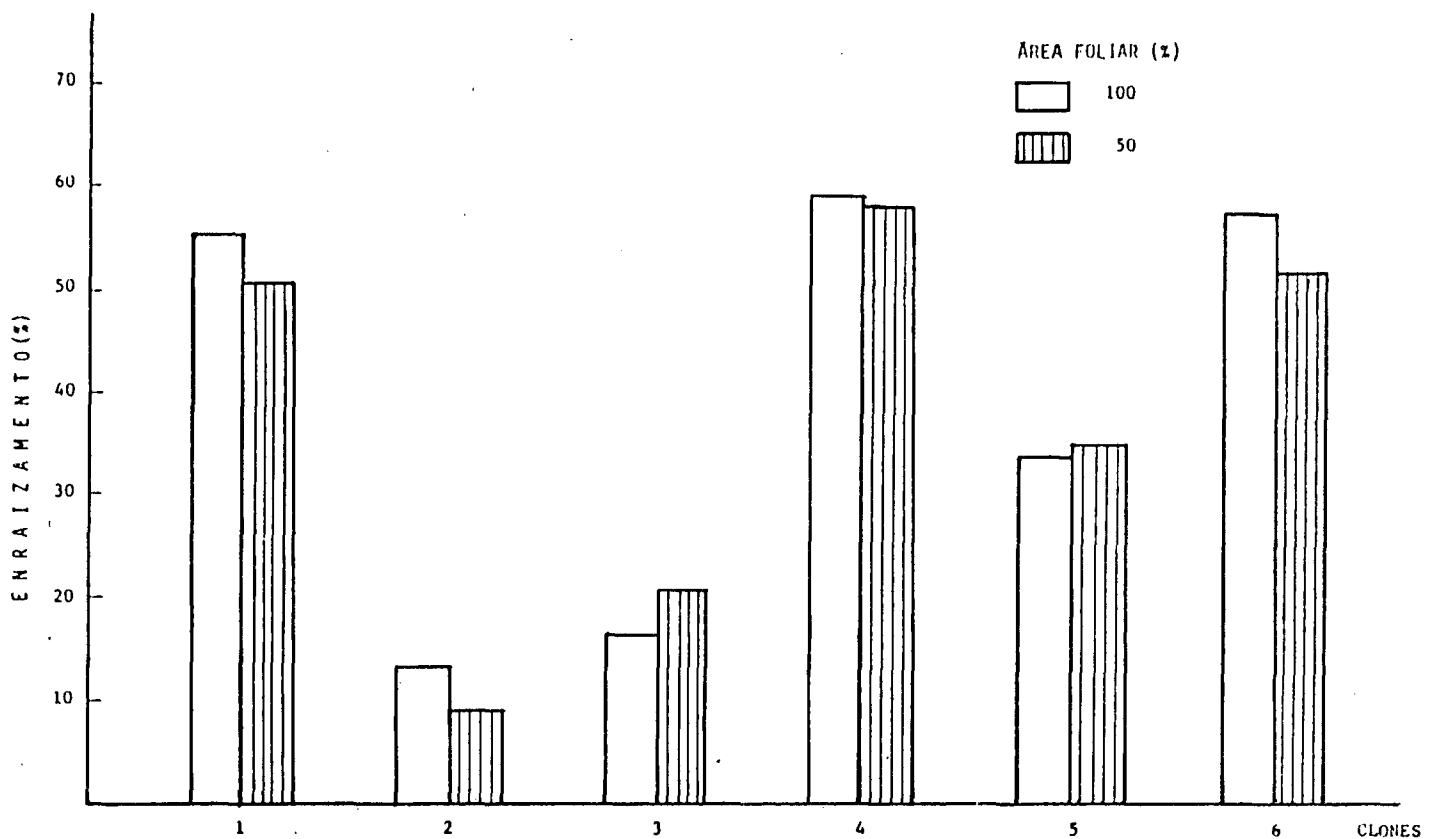


A porcentagem média de enraizamento das estacas com um e dois pares de folhas diferem pelo teste F ao nível de $P < 0,01$ na classe diamétrica $> 0,5$ cm.

Na classe de diâmetro menor ou igual a 0,5 cm, não houve influência na porcentagem de enraizamento entre estacas com um par de folhas (44,9%) e dois pares de folhas (47,8%). Entretanto para a classe de diâmetro maior que 0,5 cm, estacas com dois pares de folhas tiveram uma maior porcentagem de enraizamento (37,5%) em relação aquelas com um par de folhas (23,6%).

A redução da área foliar pela metade (50%) não influenciou o enraizamento de estacas de *E. dunnii* (Figura 6). Este resultado diverge daquele obtido por GEARY & HARDING¹⁶ para estacas de *E. camaldulensis* Dehn, onde a redução da área foliar de até 75% de cada folha resultou num melhor enraizamento.

FIGURA 6. INFLUÊNCIA DA ÁREA FOLIAR NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE PARA OS CLONES DE *E. dunnii*



Porcentagem média de enraizamento das estacas com 100% e 50% da área foliar não diferem pelo teste F ao nível de $P < 0,05$.

Entretanto, a utilização de estacas com 50% da área foliar, pode trazer vários benefícios durante o processo de formação de mudas desta espécie pelo enraizamento de estacas. Primeiro, a redução da área foliar permite que as estacas sejam plantadas bem mais próximas, evitando a sobreposição das folhas, e assim utilizando um menor espaço físico para o sistema operacional de produção de mudas. Segundo, a redução da área foliar pode garantir maiores chances de sobrevivência para as estacas, por reduzir a área transpirante e conseqüentemente a perda de água.

Por outro lado, do ponto de vista fitossanitário, a redução da área foliar, durante o período de enraizamento, pode prevenir a proliferação de fungos, facilitada pela sobreposição das folhas inteiras (100%), o que torna propício o desenvolvimento de patógenos.

4.3 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que se realizaram este experimento; conclui-se que:

- a) estacas com diâmetros menores ou igual a 0,5 cm apresentam uma maior porcentagem de enraizamento para E. dunnii, em relação aquelas com diâmetros maiores do que 0,5 cm;
- b) a área foliar das estacas não influenciou o enraizamento desta espécie no entanto, a redução de até 50% da área foliar pode trazer melhor aproveitamento do espaço físico, redução da transpiração e prevenção contra a proliferação de patógenos;
- c) com relação ao número de pares de folhas as estacas comportam-se de forma distinta no enraizamento de acordo com a classe diamétrica utilizada. Na classe de menor diâmetro (\leq 0,5 cm), embora não ocorra diferenças quanto ao enraizamento, utilizando-se estacas com um par de meias-folhas (50%), pode se produzir um maior número de estacas;

d) se por qualquer razão forem utilizadas estacas com diâmetro maiores que 0,5 cm, a utilização de estacas com dois pares de meias-folhas (50%) resultará num maior número de estacas enraizadas em relação aquelas com um par de folhas.

5 INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DO ACIDO INDOL-3-BUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii

EXPERIMENTO 3

5.1 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1.1 Preparo das Estacas

Os seis clones selecionados foram mantidos em casa de vegetação, conforme metodologia descrita na secção 4.1.1 . As brotações foram cortadas no outono, no segundo ou terceiro nó foliar, mantendo um ou dois pares de folhas para estimular o crescimento de novas brotações para futuros experimentos.

Após o corte, elas foram colocadas sob nebulização intermitente para manter o material sob umidade constante. As estacas preparadas mediam aproximadamente 12 cm de comprimento, tinham um par de meias-folhas e diâmetros inferiores ou iguais a 0,5 cm.

5.1.2 Tratamentos Fitossanitários

A metodologia fitossanitária utilizada nesse experimento, foi similar àquela descrita na secção 3.1.3 .

5.1.3 Tratamento com Ácido indol-3-butírico (AIB)

Após os tratamentos fitossanitários, as estacas foram basalmente imersas em uma solução 50% alcoólica de ácido indol-3-butírico na concentração de 2.000, 4.000, 6.000, 8.000 e 10.000 p.p.m. durante 5 segundos. As estacas da testemunha foram basalmente imersas em uma solução 50% alcoólica sem AIB, durante 5 segundos.

5.1.4 Plantio e Condução dos Experimentos

Após os tratamentos com AIB, as estacas foram plantadas na profundidade de um terço de seu comprimento em tubetes de polipropileno de 56 cm³ de volume. O substrato utilizado foi vermiculita de textura média, previamente expurgada com brometo de metila na dosagem de 75 ml.m⁻².

As estacas foram colocadas em bandejas de isopor e etiquetadas de acordo com o número da matriz e concentração de AIB.

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob condições fixas de luminosidade relativa. A intensidade luminosa foi mantida a 50% da luz solar incidente na casa de vegetação, conforme descrito na secção 3.1.5 . A umidade foi suprida por um sistema de nebulização intermitente controlado por ciclo de tempo 5 minutos por 15 segundos em dias quentes, enquanto que em dias nublados

e à noite foi utilizado um ciclo de 12 minutos por 15 segundos.

Duas vezes por semana, as estacas receberam um tratamento com fungicida Benlate na concentração de 500 mg.l^{-1} . E em dias alternados, foram pulverizadas com adubo foliar comercial NPK (7:7:10), suplementado com 0,5% de MgO , 0,02% de Fe, 0,03% de Zn e 0,01% de B, na concentração de 5 ml.l^{-1} .

As temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental são apresentadas na tabela 8.

TABELA 8. TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (OUTONO)

OUTONO		TEMPERATURA (°C)							
MÊS	PERÍODO	MÍNIMA NOITE		MÁXIMA NOITE		MÍNIMA DIA		MÁXIMA DIA	
		MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE
ABRIL	15-30	22,0	15-26	28,0	21-31	21,5	14-26	28,5	21-32
MAIO	01-31	19,0	13-23	27,0	20-30	19,0	13-23	26,0	18-30
JUNHO	01-14	17,0	08-22	25,0	20-29	17,0	07-24	24,0	17-29

5.1.5 Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em um fatorial 6×6 (seis clones e seis concentrações de AIB). Foram utilizados três blocos com os tratamentos aleatorizados dentro de cada bloco e com 10 estacas por parcela.

5.1.6 Análise dos Dados

Após sessenta dias de observação, foi analisada a porcentagem de enraizamento.

Para efeito da análise de variância (Tabela 2A), o número de estacas enraizadas foi transformado em arco seno da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento.

Foram calculados intervalos de confiança com t ao nível de 5% de significância para médias de enraizamento nas diferentes concentrações de AIB para cada clone.

A fórmula utilizada foi:

$$Ic = t \cdot \sqrt{\frac{QmRes}{R}}$$

Onde: Ic = Intervalo de confiança;

t = Valor de t a 5% de significância;

$QmRes$ = Quadrado médio do resíduo;

R = Número de repetições.

Para as concentrações de AIB independentemente do clone utilizado, foi ajustada uma equação de regressão.

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ocorreram diferenças entre clones e entre concentrações de AIB, quanto ao enraizamento. Três deles responderam significativamente aos tratamentos (Tabela 2A).

Cinco dos seis clones utilizados apresentaram enraizamento mesmo sem nenhum tratamento de AIB. As testemunhas apresentaram porcentagem de enraizamento que variam de 19,5 a 41% (Figura 7a e 7b).

O enraizamento de estacas de E. dunnii independentemente dos clones, foi influenciado pela concentração de AIB (Figura 8). Observa-se que à medida que se elevou a concentração de AIB, a porcentagem de enraizamento aumentou até a concentração de 8.000 p.p.m., quando, então o acréscimo de AIB não trouxe nenhum aumento substancial no enraizamento dessa espécie.

FIGURA 7a . INFLUENCIA DA CONCENTRAÇÃO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES 1, 2, 3 DE E. dunnii

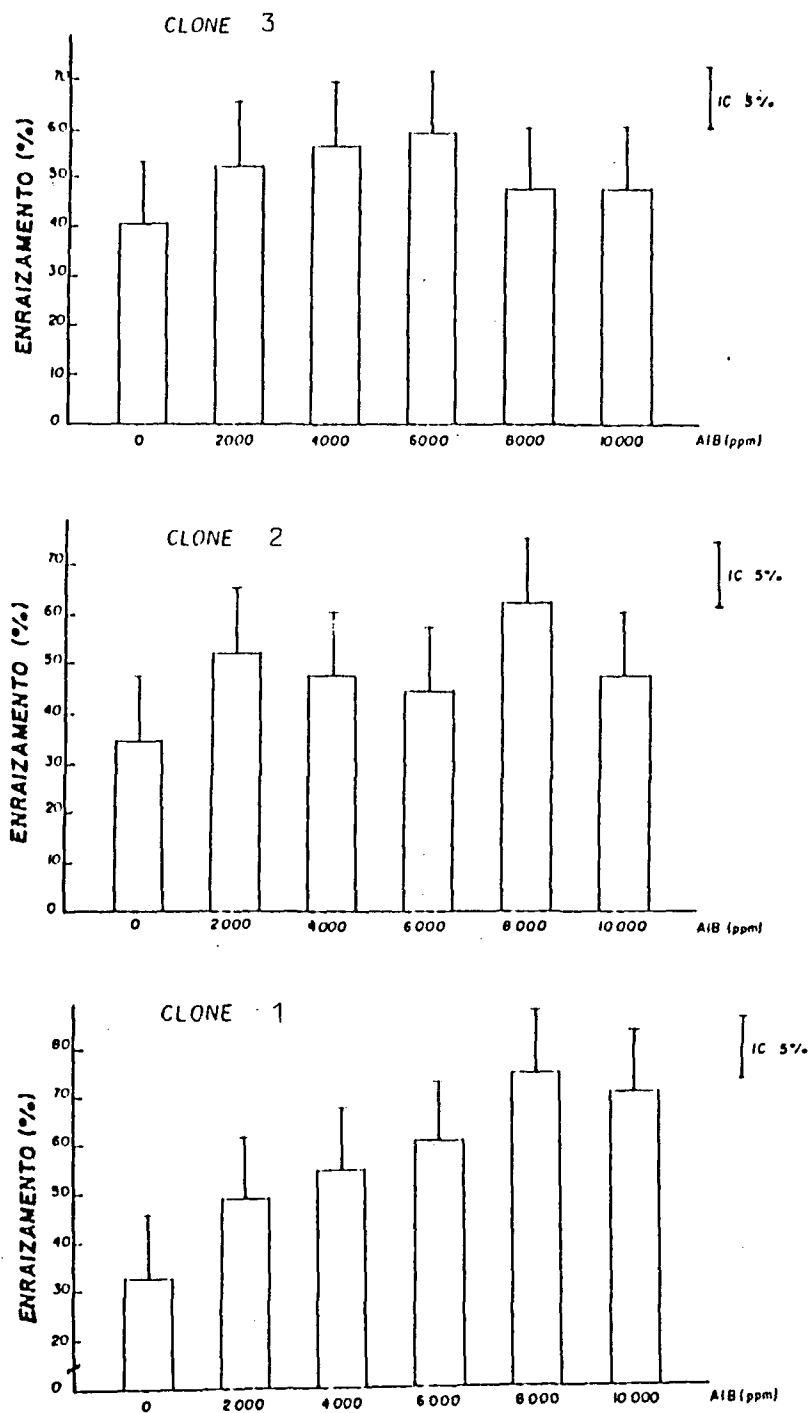


FIGURA 7b . INFLUENCIA DA CONCENTRAÇÃO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA OS CLONES 4, 5, 6 DE E. dunnii

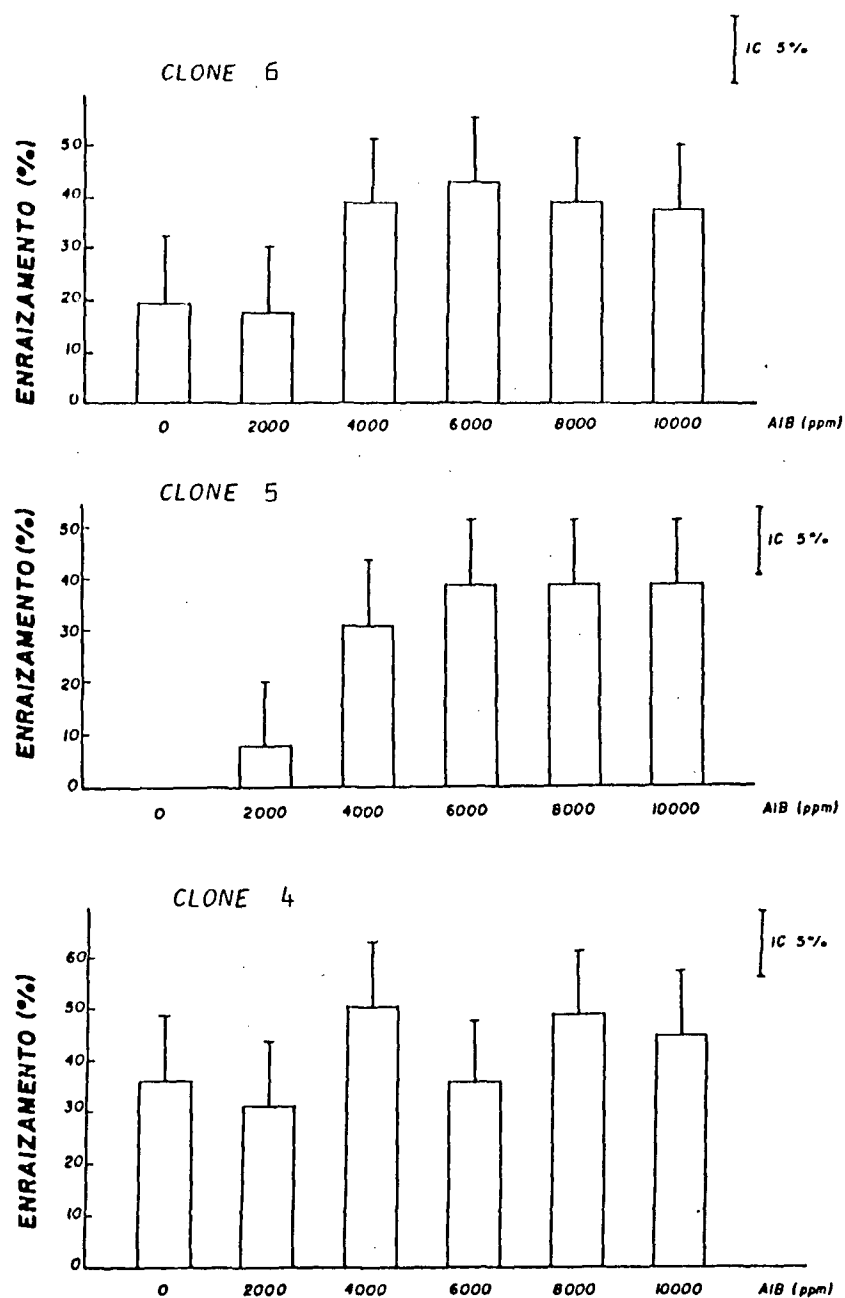
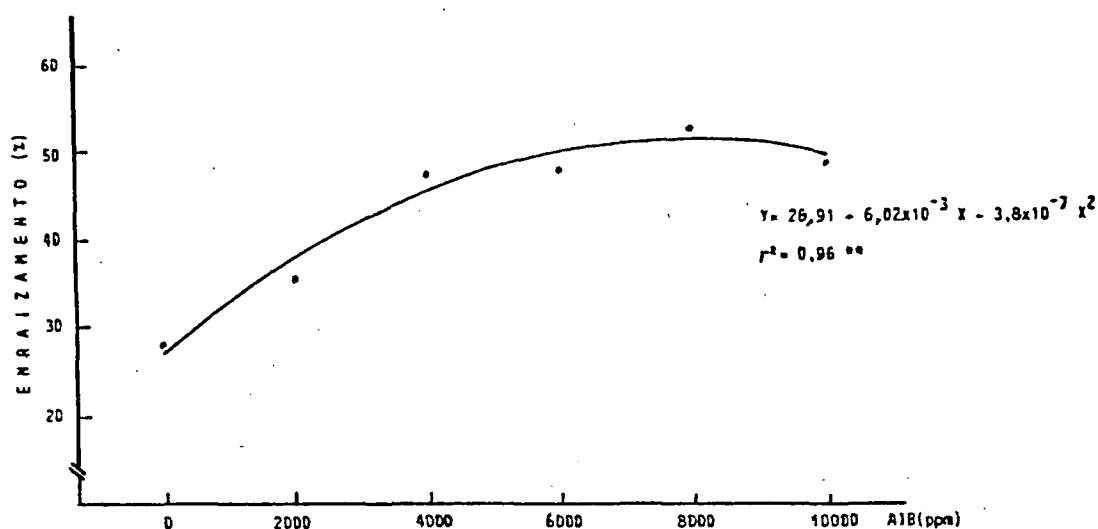


FIGURA 8 . INFLUÊNCIA DA CONCENTRAÇÃO DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii



Do ponto de vista estatístico, a melhor concentração de AIB foi 8.000 p.p.m., apresentando uma porcentagem de enraizamento de 50,7%. Observou-se, entretanto, que o aumento da concentração de 4.000 p.p.m. (44,9% de enraizamento) para 8.000 p.p.m. (50,7% de enraizamento), resultou em um incremento de apenas 5,8% no enraizamento de estacas dessa espécie (Figura 8).

Estes resultados concordam com aqueles obtidos por KIKUTI & MONTEIRO, que encontraram para E dunnii, uma diferença de 1,75% no enraizamento, quando elevou-se a concentração de 4.000 p.p.m. para 8.000 p.p.m. de AIB.

Assim, é questionável, economicamente, a utilização de 8.000 p.p.m. de AIB, devido ao custo elevado deste produto. Para se obter um pequeno acréscimo no enraizamento, será preciso gastar o dobro de ácido indol-3-butírico, enquanto que uma porcentagem muito próxima de enraizamento pode ser obtida com a concentração de 4.000 p.p.m..

5.3 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que se realizaram esse experimento, conclui-se que:

- a) diferentes respostas de enraizamento para diferentes concentrações de AIB, podem ocorrer dependendo do clone de E. dunnii. Assim para a propagação em larga escala comercial de determinados clones, estudos específicos da melhor concentração deste regulador de crescimento poderão ser vantajosos;
- b) para a propagação desta espécie através do enraizamento de estacas, independente da variação clonal, a utilização de AIB numa concentração de 4.000 p.p.m., pode ser considerada como economicamente a mais indicada.

6 INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO E NUTRIENTES NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii

EXPERIMENTO 4

6.1 MATERIAIS E MÉTODOS

6.1.1 Preparo das Estacas

Este experimento foi realizado após a determinação da melhor concentração de AIB para o enraizamento de E. dunnii. As brotações foram obtidas de quatro clones, podados no primeiro ou no segundo nó foliar, deixando um ou dois pares de folhas para estimular o crescimento de novas brotações para experimentos subsequentes. As brotações coletadas foram colocadas sob um sistema de nebulização intermitente para manter o material sob umidade constante. As estacas mediam aproximadamente 12 cm de comprimento, tinham um par de meias-folhas e diâmetros menores ou iguais a 0,5 cm.

6.1.2 Tratamentos Fitossanitários

Os tratamentos fitossanitários utilizados nesse experimento foram similares àqueles descritos na secção 3.1.3.

6.1.3 Tratamento com Ácido indol-3-butírico (AIB)

As estacas de cada matriz foram basalmente imersas numa solução 50% alcoólica de ácido indol-3-butírico na concentração de 4.000 p.p.m., durante cinco segundos.

6.1.4 Plantio e Condução do Experimento

Após os tratamentos fitossanitário e de AIB, as estacas foram plantadas na profundidade de mais ou menos um terço de seu comprimento, em tubetes cónicos de polipropileno de 56 cm³ de volume. Para esse experimento foram utilizados quatro substratos: vermiculita de textura média (V), turfa e vermiculita (T+V) na proporção de 1:1 (v/v), palha de arroz carbonizada (P.A.C.) e areia (A).

Todos os substratos foram desinfestados previamente com brometo de metila na dosagem de 75 ml.m⁻².

As estacas após o plantio, em cada substrato, receberam semanalmente um fertilização com 5 ml da solução de Hoagland (HOAGLAND & ARNON²³) nas seguintes concentrações: 0% (testemunha, somente água), 50% e 100%.

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação no CNPF/EMBRAPA, Colombo, PR, sob condições fixas de luminosidade

relativa. A intensidade luminosa foi mantida a 50% da luz solar incidente na casa de vegetação, conforme descrito na secção 3.1.5. A umidade foi suprida por um sistema de nebulização intermitente, controlado por ciclo de tempo a cinco minutos por quinze segundos, em dias quentes, e doze minutos por quinze segundos em dias nublados e à noite.

Duas vezes por semana, as estacas receberam um tratamento preventivo de fungicida Benlate na concentração de 500 mg.l⁻¹. As temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental estão apresentadas na tabela 9.

TABELA 9. TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (PRIMAVERA).

PRIMAVERA		TEMPERATURA (°C)							
MÊS	PERÍODO	MÍNIMA NOITE		MÁXIMA NOITE		MÍNIMA DIA		MÁXIMA DIA	
		MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE
SETEMBRO	22-30	20,0	10-25	25,0	15-30	21,0	14-28	28,0	18-33
OUTUBRO	01-31	22,0	17-29	27,0	23-30	23,0	16-27	29,5	25-34
NOVEMBRO	01-20	21,0	17-26	30,0	27-31	22,0	17-28	30,0	25-35

6.1.5 Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em fatorial 4²×3 (quatro clones, quatro substratos e três concentrações de solução nutritiva de Hoagland). Foram utilizados três blocos, e os tratamentos foram aleatorizados dentro de cada bloco, com seis estacas por parcela.

6.1.6 Análise dos Dados

Após sessenta dias de observação, foi analisada a porcentagem de enraizamento.

Para efeito da análise de variância (Tabela 3A), o número de estacas enraizadas foi transformado em arco seno da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento.

A média de enraizamento para os diferentes substratos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Para as médias de enraizamento nas diferentes concentrações da solução de Hoagland, foi calculado o intervalo de confiança conforme descrito na secção 5.1.6 .

6.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Além das diferenças entre clones, existiram diferenças significativas ao nível de 1% de probabilidade entre os substratos e entre as concentrações da solução de Hoagland quanto a porcentagem de enraizamento de estacas de E. dunnii (Tabela 3A). Apenas os efeitos da interação de clones x substratos apresentaram diferenças significativas no enraizamento ao nível de 1% de probabilidade.

Dos quatro clones utilizados nesse trabalho, três deles apresentaram respostas diferentes quanto à porcentagem de enraizamento em relação aos substratos utilizados (Figura 9). O clone 5 não apresentou diferença significativa na porcentagem de enraizamento entre os substratos utilizados.

Observa-se, ainda na figura 9, que para o clone 1, não houve diferença significativa no enraizamento entre os substratos, vermiculita (73,9%) e turfa mais vermiculita (67,5%). O mesmo ocorreu entre palha de arroz carbonizada (51,4%) e areia (53%), embora os dois primeiros substratos sejam melhores para este clone do que a areia e palha de arroz carbonizada.

Para o clone 4, não ocorreram diferenças significativas no enraizamento considerando os substratos vermiculita (54%), turfa mais vermiculita (46%) e palha de arroz carbonizada (44,8%). Estes três substratos entretanto foram significativamente superiores à areia (18,2%), que apresentou a mais baixa porcentagem de enraizamento (Figura 9). O mesmo ocorreu para o clone 6.

Ficou evidente que a vermiculita, a turfa mais vermiculita, e a palha de arroz carbonizada foram, nesta ordem, os melhores substratos para o enraizamento de estacas, independente do clone de E. dunnii utilizado (Figura 10). A areia foi o substrato onde as estacas tiveram a mais baixa porcentagem de enraizamento.

Esta resposta de enraizamento observada nos substratos vermiculita e turfa mais vermiculita, em relação à areia, estão de acordo com o esperado, uma vez que esses substratos diferem muito nas suas propriedades físicas e químicas. Tanto a vermiculita, como a turfa mais vermiculita são substratos mais estruturados e leves que a areia, permitindo uma boa aeração entre suas partículas e facilitando o enraizamento das estacas. Já a areia não retém nutrientes e nem oferece uma troca catiônica que são necessários, também, para estimular a formação de raízes e o desenvolvimento das estacas, até o plantio das mudas em seu local definitivo.

FIGURA 9 . INFLUÊNCIA DO SUBSTRATO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA QUATRO CLONES DE E. dunnii

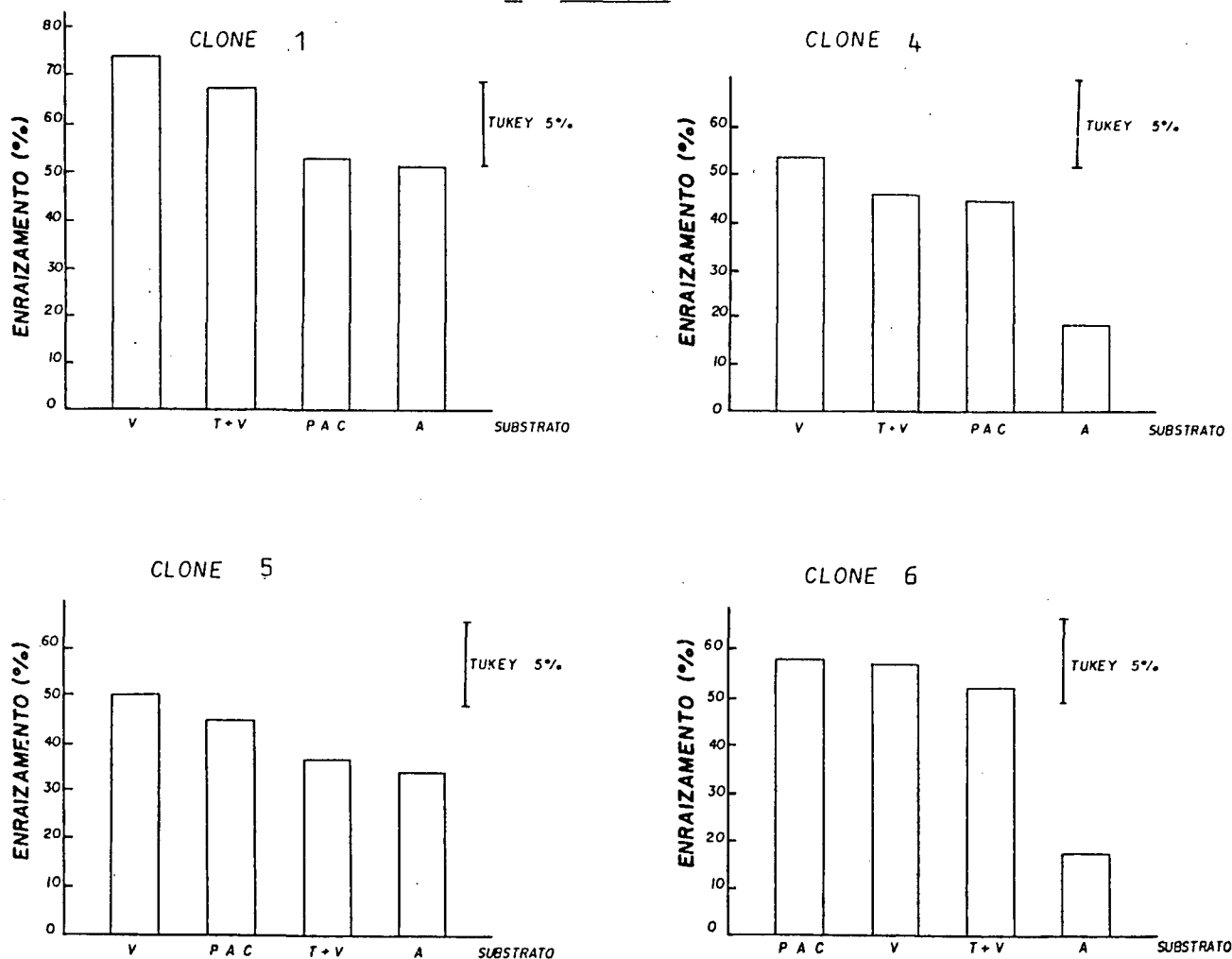
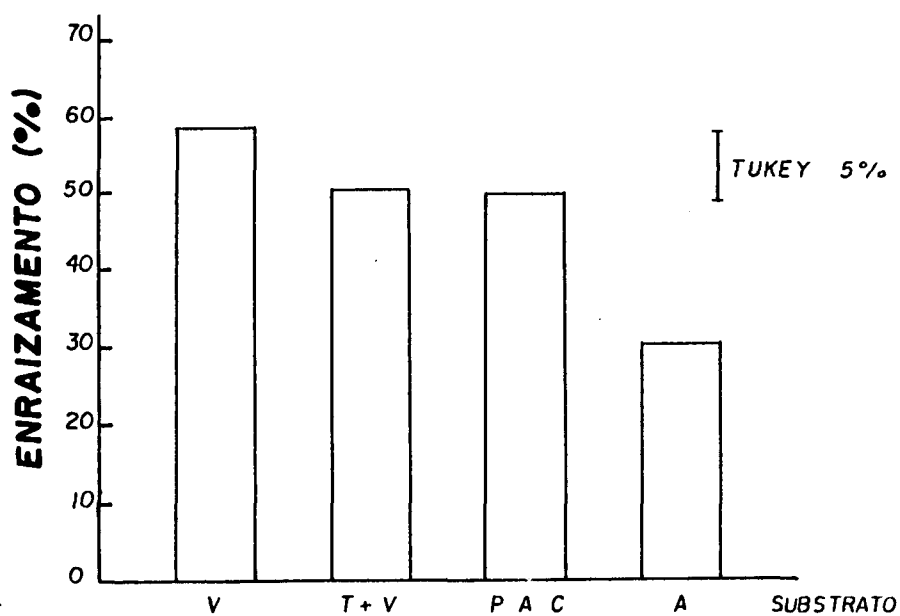


FIGURA 10 . INFLUÊNCIA DO TIPO DE SUBSTRATO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii

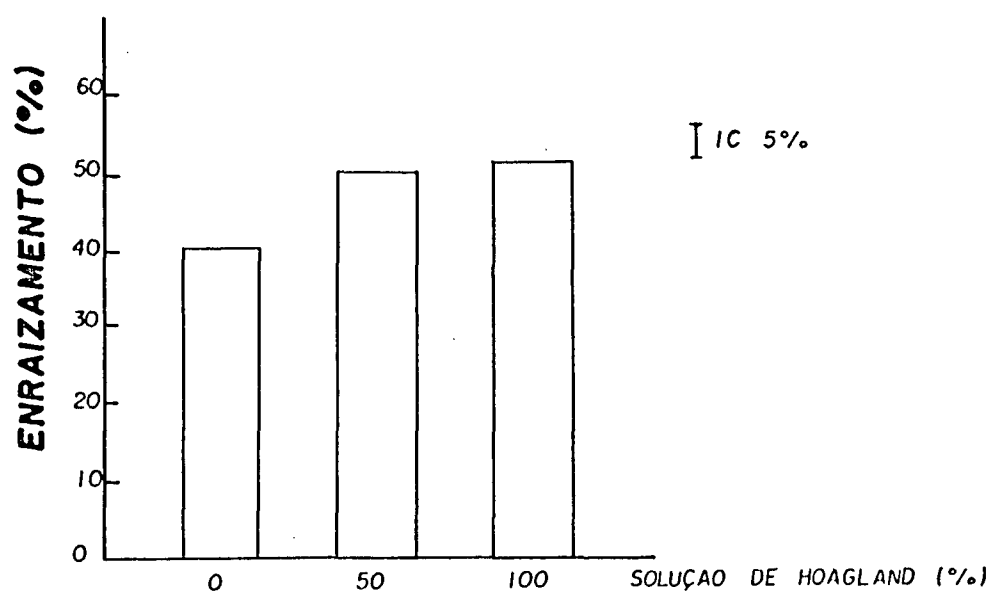


A palha de arroz carbonizada, por sua vez, apresenta partículas maiores que a areia. Isto possivelmente facilita uma drenagem mais rápida, evitando o excesso de umidade no substrato. Embora a natureza química da palha de arroz carbonizada não tenha sido investigada, pelo fato de ter sofrido carbonização, ela contém matéria orgânica e uma capacidade de troca catiônica maior que a areia.

As concentrações da solução de Hoagland influenciaram o enraizamento de estacas de E. dunnii (Figura 11). Observou-se que quando não se adubou o substrato (0%) a porcentagem de enraizamento ficou em torno de 40,6%. Quando se utilizou a concentração de 50% da solução, a porcentagem de enraizamento aumentou significativamente para 50,2%. Entretanto, quando utilizada uma concentração de 100% , não houve ganho substancial na porcentagem de enraizamento (51,8%).

Estes resultados revelaram que há necessidade de se adubar semanalmente o substrato de enraizamento de E. dunnii, na dosagem de 5ml por estaca da solução de Hoagland a 50%, para que se possa obter um maior número de estacas enraizadas.

FIGURA 11 . INFLUÊNCIA DA SOLUÇÃO DE HOAGLAND NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii



6.3 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que se realizaram esse experimento, conclui-se que:

- a) os substratos vermiculita, turfa mais vermiculita e palha de arroz carbonizada são melhores meios de enraizamento que a areia, para as estacas de E. dunnii;
- b) considerando os substratos vermiculita, turfa mais vermiculita, e palha de arroz carbonizada independentemente do clone utilizado, não há diferença na capacidade de enraizamento. No entanto, a escolha do substrato deve ser baseada também nos custos de aquisição, na facilidade de manuseio durante todas as etapas operacionais do período de enraizamento e na disponibilidade do produto no mercado;
- c) há necessidade de se fertilizar o substrato durante o período de enraizamento. Para se obter um maior número de estacas enraizadas, a aplicação de 5 ml por estaca da solução de Hoagland a 50% de sua composição, é a dosagem mais indicada;

d) alguns clones responderam de forma distinta quanto ao enraizamento de estacas, dependendo do substrato utilizado. Isto indica que se houver interesse na propagação comercial de clones específicos, a escolha do melhor substrato poderá maximizar ganhos.

7 INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE LUMINOSA NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii

EXPERIMENTO 5

7.1 MATERIAIS E MÉTODOS

7.1.1 Preparo das Estacas

Este experimento foi realizado após a determinação do melhor substrato e da melhor concentração da solução de Hoagland. As brotações foram coletadas dos mesmos quatro clones, sendo podados no primeiro ou segundo nó foliar, deixando um ou dois pares de folhas para estimular o crescimento de novas brotações. As brotações coletadas foram colocadas sob um sistema de nebulização intermitente para manter o material sob umidade constante.

As estacas preparadas mediam aproximadamente 12 cm de comprimento, com um par de meias-folhas e diâmetros menores ou igual a 0,5 cm.

7.1.2. Tratamentos Fitossanitários

Os tratamentos fitossanitários utilizados nesse experimento foram similares àqueles descritos na secção 3.1.3.

7.1.3 Tratamento com Ácido indol-3-butírico (AIB)

As estacas de cada matriz foram basalmente imersas numa solução 50% alcoólica de ácido indol-3-butírico na concentração de 4.000 p.p.m., durante cinco segundos.

7.1.4 Plantio e Condução do Experimento

Após os tratamentos fitossanitário e hormonal as estacas foram plantadas na profundidade de mais ou menos um terço de seu comprimento, em tubetes cónicos de polipropileno de 56 cm³ de volume. O substrato utilizado foi vermiculita de textura média previamente expurgada com brometo de metila na dosagem de 75 ml.m⁻².

Posteriormente ao plantio, as estacas receberam os seguintes tratamentos de intensidade luminosa dentro da casa de vegetação: 100%, 70% e 50% da luz solar incidente. Utilizando-se estruturas de madeira medindo 1x1x0,8 m revestidas com sombrite 30 e 50%, foram proporcionados os 70% e 50% de intensidade luminosa respectivamente. O tratamento 100% indica luz total dentro da casa de vegetação correspondente a 71,6% da luz do dia. Semanalmente, as estacas receberam no substrato uma adubação de 50% da solução de Hoagland na dosagem de 5 ml por estaca. Duas vezes por semana, as estacas foram pulverizadas com um tratamento preventivo à base de

Benlate na concentração de 500 mg.l⁻¹.

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação no CNPF/EMBRAPA, Colombo, PR, sob condições fixas de luminosidade relativa anteriormente descritas e a umidade foi suprida por um sistema de nebulização intermitente, controlado por ciclo de tempo a cinco minutos por quinze segundos em dias quentes, e doze minutos por quinze segundos em dias nublados e à noite. As estacas foram coletadas no início do verão.

As temperaturas máximas e mínimas durante o período experimental são apresentadas na tabela 10.

TABELA 10 . TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL (VERÃO)

VERÃO		TEMPERATURA (°C)							
MÊS	PERÍODO	MÍNIMA NOITE		MÁXIMA NOITE		MÍNIMA DIA		MÁXIMA DIA	
		MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE	MÉDIA	AMPLITUDE
DEZEMBRO	01-31	14.5	08-18	28.5	20-33	21,0	13-29	29.5	21-38
JANEIRO	01-31	18.0	14-24	30,0	22-33	23,5	19-30	31.0	25-38

7.1.5 Delineamento Estatístico

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, onde a parcela se refere as intensidades luminosas (100%, 70%, 50%) e as subparcelas aos clones (quatro clones). Foram utilizados três blocos, e as parcelas foram aleatorizadas dentro de cada bloco, bem como as subparcelas dentro de cada parcela. Foram utilizadas 12 estacas por subparcela.

7.1.6 Análise dos Dados

Após sessenta dias de observação, foi analisada a percentagem de enraizamento.

Para efeito da análise de variância (Tabela 4A), o número de estacas enraizadas foi transformado em arco seno da raiz quadrada da percentagem de enraizamento.

Para as médias de enraizamento nas diferentes intensidades luminosas foi calculado o intervalo de confiança conforme descrito na secção 5.1.6 .

7.2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

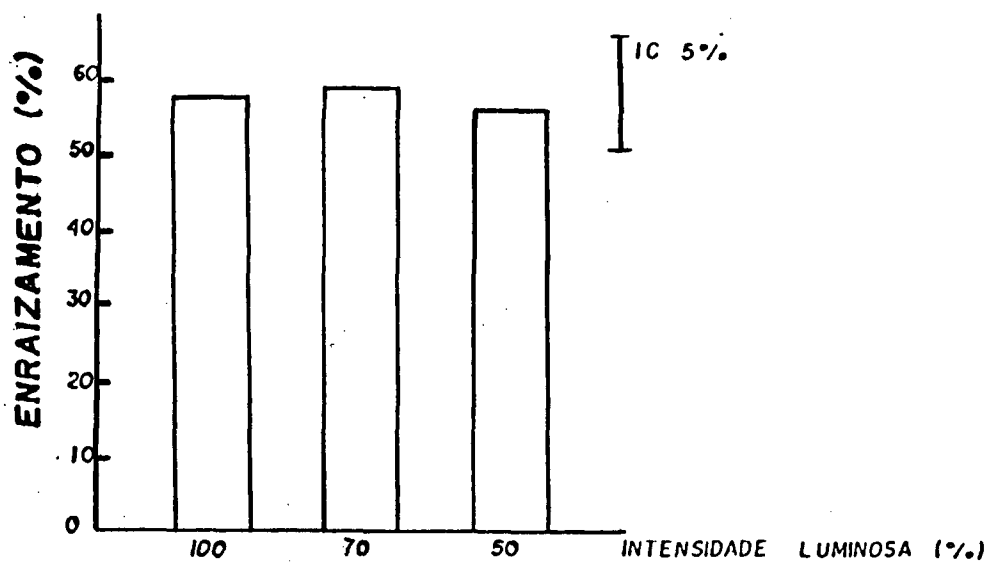
A análise de variância revelou que não ocorreram diferenças significativas na porcentagem de enraizamento entre as intensidades luminosas utilizadas nesse trabalho (Tabela 4A).

As porcentagens de enraizamento para as intensidade de 100%, 70% e 50%, foram respectivamente de 58,2%, 58,7% e 56,5% (Figura 12). Embora, as intensidades luminosas não tenham influenciado o enraizamento das estacas, o aspecto foliar destas variou quanto a coloração. Os tratamentos sombreados apresentaram estacas com aspecto mais vigoroso. O tratamento de intensidade luminosa 100% dentro da casa de vegetação, que pela primeira vez foi utilizada nesta série de experimentos, apresentou folhas menos verdes com manchas amareladas.

O sombreamento, embora não tenha influenciado o enraizamento das estacas, não deve ser ignorado, já que poderá ter influência no vigor e o desenvolvimento futuro das mudas. Neste experimento, contudo não houve um acompanhamento destas além dos 60 dias previstos.

Cumprê destacar que o aumento da média geral de enraizamento de 13% (Tabela 3), obtido na rebrota do verão no primeiro experimento, para 57,8% neste quinto experimento (Tabela 4A), é consequência da otimização de todos os fatores estudados nesta série de experimentos.

FIGURA 12 . INFLUÊNCIA DA INTENSIDADE LUMINOSA NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii



7.3 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que se realizaram esse experimento, conclui-se que:

- a) diferentes intensidades luminosas não influenciaram o enraizamento de estacas de E. dunnii em casa de vegetação.

8 CONCLUSÕES GERAIS

8.1 A grande variação genética da capacidade de enraizamento de estacas de Eucalyptus dunni é o fator que deve ser considerado em primeiro plano num programa de propagação clonal da espécie. A variação entre procedências e a grande variação entre matrizes devem ser posteriormente consideradas. A época de coleta das estacas por influenciar a capacidade de enraizamento, é um fator que não deve ser negligenciado.

8.2 O tipo de estaca pode contribuir para um melhor enraizamento, através da utilização de estacas finas (com diâmetros menores ou igual a 0,5 cm), bem como para racionalização da produção de mudas, através da utilização de estacas com 50% da área de cada folha. A utilização de estacas grossas (com diâmetros maiores que 0,5 cm) pode ser viabilizada desde que se usem estacas com dois pares de meias-folhas.

- 8.3 A concentração de AIB pode melhorar o enraizamento das estacas nos clones com alguma capacidade de enraizar. Embora exista variação clonal de enraizamento, dependendo da concentração hormonal, a dosagem de 4.000 p.p.m. de AIB revela-se como a mais adequada para a propagação vegetativa, independente do clone.
- 8.4 O substrato vermiculita ou sua mistura com turfa, bem como a palha de arroz carbonizada podem melhorar a porcentagem de enraizamento de estacas, embora fatores econômicos e ergonômicos possam influenciar a escolha de um destes substratos. Uma solução de Hoagland a 50% na dosagem de 5 ml por estaca favorece um acréscimo significativo no enraizamento de estacas.
- 8.5 A intensidade luminosa, em casa de vegetação, não foi um fator que influenciou o enraizamento de estacas de E. dunnii.
- 8.6 A série dos cinco experimentos realizados neste trabalho demonstrou que para o Eucalyptus dunnii pode se maximizar a porcentagem de enraizamento de estacas, tanto pela seleção genética como pela otimização de fatores extrínsecos e intrínsecos. O enraizamento médio inicial de 645 matrizes que ficou na ordem de 13%, foi sendo gradativamente aumentado, considerando a seleção de matrizes, os tipos de estacas (diâmetro, número de pares de folhas e área foliar), a concentração de AIB, o substrato e solução nutritiva, e a época do ano, até atingir com apenas quatro clones selecionados a porcentagem média de enraizamento de 57,8.

APÊNDICE

TABELAS DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM
DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii

TABELA 1A. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA *E. dunni* PARA DIFERENTES CLONES, DIÂMETRO, NÚMERO DE PARES DE FOLHAS E ÁREA FOLIAR

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
BLOCOS	2	464,6085	932,3042	0,9084	0,59093
CLONE	5	48595,4132	9719,0826	38,0065	0,00001 **
DIÂMETRO	1	9025,2425	9025,2425	35,2932	0,00001 **
PAR DE FOLHA	1	2553,5779	2553,5779	9,9858	0,00247 **
ÁREA FOLIAR	1	114,3584	114,3584	0,4472	0,51234
CLON*DIAM	5	1618,4270	323,6854	1,2658	0,28401
CLON*PAR	5	3406,8028	681,3605	2,6645	0,02617 *
CLON*ÁREA	5	422,3515	84,4703	0,3303	0,89347
DIAM*PAR	1	1077,0862	1077,0862	4,2119	0,04023 *
DIAM*ÁREA	1	657,3754	657,3754	2,5707	0,10805
PAR*ÁREA	1	62,8076	62,8076	0,2456	0,62715
CLON*DIAM*PAR	5	2666,9184	533,3836	2,0858	0,07272
CLON*DIAM*ÁREA	5	796,1416	159,2283	0,6227	0,68547
DIAM*PAR*ÁREA	1	759,2810	759,2810	2,9692	0,08416
CLON*DIAM*PAR*ÁREA	5	963,8805	192,7761	0,7539	0,58724
RESÍDUO	99	25316,4434	255,7216		
TOTAL	143	98500,7164			

MÉDIA GERAL = 38,4708%

COEFICIENTE DE VARIACÃO = 41,567%

*, ** : significativo a 5% e 1% respectivamente.

TABELA 2A. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PARA SEIS CONCENTRAÇÕES DE AIB E SEIS CLONES DE E. dunnii

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB>F
BLOCOS	2	921,8909	460,9454	3,6277	0,03076
CLONES	5	12785,7123	2557,1424	20,1251	0,00001 **
CON/CLONE 1	5	3592,1009	718,4200	5,6541	0,00036 **
CON/CLONE 2	5	1328,5150	265,7030	2,0911	0,07598
CON/CLONE 3	5	693,8150	138,7630	1,0921	0,37265
CON/CLONE 4	5	957,9397	191,5879	1,5078	0,19767
CON/CLONE 5	5	4501,4546	900,2909	7,0854	0,00008 **
CON/CLONE 6	5	1863,1710	372,6342	2,9327	0,01826 *
CON(CLO)	30	12936,9960	431,2332	3,3939	0,00854 **
RESÍDUO	70	8894,3707	127,0624		
TOTAL	107	35538,9700			

MÉDIA GERAL = 43,12664%

COEFICIENTE DE VARIACÃO = 26,138%

*; ** : significativo a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente

TABELA 3A. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunni PARA DIFERENTES CLONES, SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES DA SOLUÇÃO DE HOAGLAND.

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB>F
BLOCOS	2	1563,9780	781,9890	3,4892	0,03350
CLONES	3	9863,9637	3287,9879	14,6707	0,00001 **
SUBSTRATO	3	15670,7980	5223,5993	23,3072	0,00001 **
SOL. HOAG	2	3976,6854	1988,3427	8,8718	0,00053 **
CLO*SUB.	9	6350,9367	705,6596	3,1486	0,00261 **
CLO*SOL.	6	1176,6763	196,1127	0,8750	0,51745
SUB*SOL.	6	966,2623	161,0437	0,7186	0,63761
CLO*SUB*SOL.	18	4711,4288	261,7460	1,1679	0,30321
RESÍDUO	94	21067,2172	224,1193		
TOTAL	143	65347,9765			

MÉDIA GERAL = 47,5478%

COEFICIENTE DE VARIACÃO = 31,485%

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 4A . ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE E. dunnii PARA DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB>F
BLOCOS	2	184,7360	92,3680	1,7869	0,27890 n.s.
NIV.LUMIN.	2	33,4686	16,7343	0,3237	0,74225 n.s.
RESÍDUO (A)	4	206,7653	51,6913		
PARCELAS	8	424,9700			
CLONE	3	911,4741	303,8247	2,0171	0,14677 n.s.
NIV.*CLONE	6	1131,8692	188,6448	1,2524	0,32671 n.s.
RESÍDUO (B)	18	2711,2535	150,6251		
TOTAL	35	5179,5669			

MÉDIA GERAL = 57,7983%

COEFICIENTE DE VARIACÃO (A) = 6,22%

COEFICIENTE DE VARIACÃO (B) = 21,234%

n.s.: não significativo.

ABSTRACT

Five consecutive experiments aiming rooting optimization of stem cuttings of Eucalyptus dunnii Maiden were carried out. The following factors were considered: variability of rooting capacity among 645 trees (ortets) and three provenances; season period; selection of clones presenting a rooting capacity greater or equal to 50% ; types of stem cuttings (diameter, number of pairs of leaves, and leaf area); different concentration of indol-3-butyric acid (AIB); types of rooting media; nutritive solution and light intensity. In the first experiment there was a great variability of the rooting capacity among ortets and provenances. Stem cuttings collected in the beginning of summer presented a better percentage of rooting (13%) than those collected by the end of fall (5.4%). In the second experiment thin cuttings (diameter <0.5 cm) presented a better rooting (46.4%) than thick cuttings (diameter >0.5 cm) which had 30.55% of rooting. Thin cuttings with one and two pairs of leaves had 44.9% and 47.8% of rooting, respectively. Thick cuttings with two pairs of leaves had a rooting (37.5%) greater than those with one pair of leaves (23.6%). Reduction of leaf area by 50% (half leaves) did not affect the rooting of cuttings with one or two pairs of leaves. In the third experiment different rooting responses were observed depending upon clone and IBA concentration. Stem cutting treated with 4,000 p.p.m. of IBA presented 44.9% of rooting, and this was economically the most adequate treatment. In the fourth experiment, comparing four rooting media, no differences of rooting capacity among vermiculite (59.2%) peat plus vermiculite (50.4%) and carbonized rice straw (49.9%) were observed, however these rooting media were better than sand (30.64%). Among two concentrations of Hoagland solution (50% and 100%) plus a control, the 50% concentration, applying 5 ml per stem cutting was the best, with 50.2% of rooted cuttings. In the fifth experiment, testing light intensities of 100% , 70% and 50% , no differences were found, with rooting of 58.2% , 58.7% and 56,4% respectively. Optimization of those factors has increased the average percent of rooting of stem cuttings of Eucalyptus dunnii from 13% to 57,8% .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AUDUS, L.J. Plant growth substances 2.ed. New York, Interscience, 1963. 553p.
2. BERTOLOTTI, G.; MORA, A.L. & GONÇALVES, A.N. Enraizamento de estacas de E. camaldulensis e E. tereticornis. Piracicaba, IPEF, 1979. (IPEF. Circular Técnica, 54).
3. BLAKE, T.J. Coppice systems for short-rotation intensive forestry: the influence of cultural, seasonal, and plant factors. Australian Forest Research, 13: 279-91, 1983.
4. BOLAND, D.J.; BROOKER, G.M.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A. & TURNER, J.D. Forest trees of Australia. Melbourne, Nelson/CSIRO, 1984. 687p. p.442-3.
5. BRUNE, A.; BRANDI, R.M.; BARROS, N.F. Enraizamento de estacas provenientes de mudas de E. grandis Maiden ex Hook. Revista Ceres, (134):346-52, 1977.
6. CAMERON, R.J. The propagation of Pinus radiata by cuttings. Influences affecting the rooting of cuttings. New Zealand Journal of Forestry, 13(1):78-9, 1968.

7. CAMPINHOS, R. & IKEMORI, Y.K. Produção massal de Eucalyptus spp. através de estaquia. IN: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 1980. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1983. p.770-5.
8. CARRERA GARCIA, V.S. Vegetative propagation in the genus Pinus. Ciência Forestal, 2(7):3-29, 1977.
9. CLARKE, B. Establishment of eucalypt plantations. Coff's Harbour N.S.W. Sci. Technol., 12(6):10-3, 1975.
10. CHAPERON, H. & QUILLET, G. Resultats des Travaux sur le boutrage des Eucalyptus au Congo-Brazzaville. IN: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, 3., Camberra, 1977.
11. CREMER, K.W. Ability of Eucalyptus regnans and associated evergreen hardwoods to recover from cutting or complete defoliation in different seasons. Australian Forest Research, 6: 9-22, 1973.
12. CRESSWEL, R.J. & FOSSARD, R.A. Organ culture of E. grandis. Australian Forestry, 37(1):55-69, 1974.
13. DAVIDSON, J. Problems of vegetative propagation of Eucalyptus. IN: WORLD CONSULTATION ON FOREST TREES BREEDING, 3., Camberra, 1977.
14. DAVIDSON, J. Reproduction of E. deglupta by cuttings. New Zealand Journal of Forestry Science, 4:191-203, 1974.
15. FISHWICK, R.W. Comportamento de espécies/procedências de Eucalyptus spp. em Região Sul do Brasil, diante da geada de 1975. Brasília, PRODEPEF, 1976. 20 p. (PRODEPEF. Comunicação Técnica, 3).

16. GEARY, T.F. & HARDING, W.G. The effects of leaf quantity and trimming on rooting success with E. camaldulensis Dehn. cuttings. The Commonwealth Forestry Review, 63(3):225-30, 1984.
17. GONÇALVES, A.N. Aspectos fisiológicos da multiplicação vegetativa. 7p. Trabalho apresentado no Seminário sobre Multiplicação Vegetativa: situação atual e perspectivas, Brasília, 1981. Não publicado.
18. GRAÇA, M.E.C. & TOTH, V.B.R. Rebrotas de Eucalyptus dunnii. A Influência da altura, diâmetro e procedência no vigor das brotações. IN: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 2., Curitiba, 1988, Anais dos resumos. Curitiba, Instituto Florestal, 1988. p. 24-5.
19. GURGEL FILHO, O.A. A propagação vegetativa de espécies florestais. Revista da Agricultura, 24(1):11-30, 1951.
20. HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. Propagacion de plantas: principios y prácticas. 5.ed. México, Continental, 1985. 814p.
21. HARTNEY, V.J. Vegetative propagation of eucalypts. Australian Forest Research, 10:191-211, 1980.
22. HIGA, R.C.V. Desenvolvimento de técnicas de propagação vegetativa de essências florestais de interesse econômico para a região sul do Brasil; relatório em andamento. Curitiba, CNPF/EMBRAPA, 1984. (Não publicado).
23. HOAGLAND, D.R. & ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. Calif. Agri. Exp. Sta. Bol., (347). 1950.
24. IKEMORI, Y.K. Resultados preliminares sobre enraizamento de estacas de Eucalyptus spp. Informativo Técnico Aracruz, (2):1-9, 1976.

25. IRITANI, C. Ação de Reguladores do crescimento na propagação vegetativa por estaquia de Ilex paraquariensis Saint Hilaire e Araucaria angustifolia (BERT) O KTZE. Curitiba, UFPR, 1981. 163p. Tese de Mestrado.
26. KIKUTI, P. & MONTEIRO, R.F.R. Propagação vegetativa de E. dunni Maiden. IN: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO PARANÁ, 1., Curitiba, 1986. Anais. Curitiba, Instituto Florestal do Paraná, 1986. p. 230-44
27. KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T. Fisiologia das árvores. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.
28. KOMISSAROV, D.A. Biological basis for the propagation of woody plants by cuttings. Jerusalém, Israel Program for Scientific Translation, 1969. 250p.
29. LEITE, N.B.; FERREIRA, M.; RAMOS, P.G.; & NETO, F.G. Efeito de geadas sobre diversas espécies/procedências de Eucalyptus spp. introduzidas na região de Lages - Santa Catarina. (Resultados preliminares). Piracicaba, IPEF, 1973. 123p. (IPEF. Circular Técnica, 7).
30. Mc COMB, J.A. & WROTH, M. Vegetative Propagation of Eucalyptus resinifera and E. maculata using coppice cuttings and micropropagation. Australian Forest Researchy, 16: 231-42, 1986.
31. MENDES, C.J. Considerações sobre um programa de produção de mudas através do enraizamento de estacas de Eucalyptus spp. Belo Horizonte, Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara, 1981. 16p. Não publicado.

32. MONTEIRO, R.F.R.; KIKUTI, P. & CORDEIRO, J.A. Produção de sementes e mudas de Eucalyptus dunnii Maiden na Fazenda Monte Alegre - PR - Um desafio. IN: SIMPÓSIO INTERNACIONAL: MÉTODOS DE PRODUÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE DE SEMENTES E MUDAS FLORESTAIS, Curitiba, 1984. Simpósio ... Curitiba, UFPR, 1984. p209-226.
33. PATON, D.M.; WILLING, R.R.; NICHOLLS, W. & PRYOR, L.D. Rooting of stem cuttings of Eucalyptus: a rooting inhibitor in adult tissue. Australian Journal of Botany, 18:175-83, 1970.
34. POGGIANI, F. & SUITER FILHO F^o, W. Importância da nebulização intermitente e efeito do tratamento hormonal na formação de raízes em estacas de Eucalyptus. Piracicaba, IPEF. 1974. (IPEF. Circular Técnica, 9).
35. SILVA, I.C. Propagação vegetativa de Ocotea puberuba Benth. & Hook e Ocotea pretiosa Nees pelo método de estaquia. Curitiba, UFPR, 1984. 109p. Tese de Mestrado.
36. TAYLOR, J.S.; BLAKE, T.J. & PHARIS, R.P. The role of plant hormones and carbohydrates in the growth and survival of coppiced eucalypt seedlings. Physiologia Plantarum, 55: 421-30, 1982.
37. URIBE, G.R. Ensaio de procedências de Eucalyptus spp. L'HERIT. nas condições climáticas de dois locais do Estado do Paraná. Curitiba, UFPR, 1978. 123p. Tese de Mestrado.
38. VALLE, C.F. & CALDEIRA, C.J. Fatores que afetam o enraizamento de estacas de Eucalyptus spp. Piracicaba, IPEF, 1979. (IPEF. Circular Técnica, 54).
39. VALLE, C.F. Enraizamento de estacas de Eucalyptus sp. Piracicaba, IPFE.