

JOSÉ AUGUSTO TEIXEIRA DE FREITAS PICHETH

**EFEITO DE SOLUÇÕES ALCOÓLICAS DO ÁCIDO
INDOL-3-BUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE
ESTACAS DE ÁRVORES ADULTAS
DE ERVA-MATE
(*Ilex paraguariensis* St. Hil)**

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

Orientador: Prof. Antonio Carlos Nogueira

CURITIBA
1997



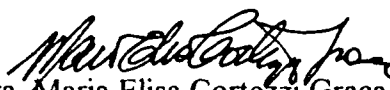
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

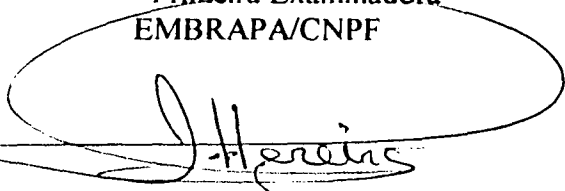
P A R E C E R

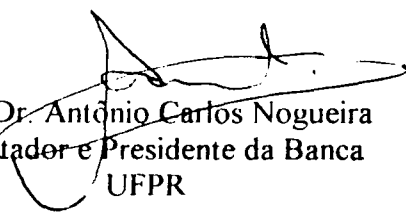
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, reuniram-se para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pelo candidato **JOSÉ AUGUSTO TEIXEIRA DE FREITAS PICHETH**, sob o título “**EFEITO DE SOLUÇÕES ALCOÓLICAS DO ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ÁRVORES ADULTAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**”, para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais, no Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Área de Concentração **SILVICULTURA**

Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela “**APROVAÇÃO**” da Dissertação, com média final:(*7,7*), correspondente ao conceito:(*B*).

Curitiba, 28 DE FEVEREIRO DE 1997


Pesq. Dra. Maria Elisa Cortezzi Graça
Primeira Examinadora
EMBRAPA/CNPF


Pesq. Dr. Jomar da Paes Pereira
Segundo Examinador
IAPAR


Prof. Dr. Antônio Carlos Nogueira
Orientador e Presidente da Banca
UFPR

À memória de meu pai, Augusto Müller
Picheth.
À minha esposa, Sônia Maria.
À minha mãe, Thereza de Jesus.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Antonio Carlos Nogueira, pela compreensão, dedicação e estímulo na orientação deste trabalho.

De maneira especial aos colegas e co-orientadores Jomar da Paes Pereira e Maria Elisa Cortesi Graça.

Aos colegas pesquisadores da EMBRAPA-CNPQ e IAPAR, Edilson Batista de Oliveira, Fernando Tavares e Maria Eliane Durigan, pelas distintas formas de colaboração e apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Carlos Roberto Sanquetta pela paciência e colaboração.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	vi
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO.....	2
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	4
2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS.....	5
2.2.1 CLASSIFICAÇÃO SISTEMÁTICA.....	5
2.2.2 DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA.....	6
2.2.3 ASPECTOS REPRODUTIVOS.....	7
2.3 ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL.....	8
2.3.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA.....	8
2.3.2 ASPECTOS EDAFO-CLIMÁTICOS.....	8
2.3.3 FITOSSOCIOLOGIA.....	9
2.4 ASPECTOS SILVICULTURAIS.....	10
2.5 ESTAQUIA.....	12
2.5.1 FATORES QUE AFETAM O ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS.....	13
2.5.1.1 FATORES INTERNOS.....	14
2.5.1.1.1 CONDIÇÃO FISIOLÓGICA DA PLANTA MATRIZ.....	14
2.5.1.1.2 IDADE DA PLANTA MATRIZ.....	14
2.5.1.1.3 TIPO DE ESTACA.....	15

2.5.1.1.4 ÉPOCA DO ANO.....	16
2.5.1.1.5 POTENCIAL DE ENRAIZAMENTO.....	16
2.5.1.2 FATORES EXTERNOS.....	17
2.5.1.2.1 TEMPERATURA, LUZ E UMIDADE.....	17
2.5.1.2.2 APLICAÇÃO DE INDUTORES DE ENRAIZAMENTO.....	18
2.5.1.2.3 SUBSTRATO.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 LOCAL DA COLETA.....	21
3.2 MATERIAL VEGETATIVO.....	21
3.3 TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS.....	22
3.4 REGULADOR.....	22
3.5 CONDIÇÕES DO ENRAIZAMENTO.....	23
3.6 AVALIAÇÃO.....	24
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 ÍNDICE DE SOBREVIVÊNCIA.....	25
4.2 ÍNDICE DE ENRAIZAMENTO.....	30
4.3 ÍNDICE DE SOBREVIVÊNCIA MAIS ENRAIZAMENTO.....	35
4.4 AVALIAÇÃO GERAL.....	49
5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	49

LISTA DE TABELAS

1. MÉDIAS DAS TEMPERATURAS E DA UMIDADE REGISTRADAS NO VIVEIRO COBERTO DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO.....	23
2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE ERVA-MATE, AOS 120 DIAS.....	25
3. SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE ERVA-MATE SOB TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO.....	27
4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O NÚMERO DE ESTACAS ENRAIZADAS AOS 120 DIAS.....	30
5. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AOS 120 DIAS.....	32
6. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO, AOS 120 DIAS.....	35
7. SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE SOB TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO.....	37
8. DESEMPENHO DAS MELHORES PLANTAS DE ERVA-MATE, POR VARIÁVEL ANALISADA, EM 120 DIAS.....	43

LISTA DE FIGURAS

1. FÓRMULA ESTRUTURAL, NOME E ABREVIATURA DA AUXINA ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO.....	19
2. SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE ERVA-MATE, EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.....	26
3. SOBREVIVÊNCIA, EM PORCENTAGEM, DAS ESTACAS DE ERVA-MATE, SOB O TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AOS 120 DIAS.....	28
4. ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE ENEGRECIMENTO.....	29
5. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE, EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.....	31
6. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE, EM PERCENTAGEM, AOS 120 DIAS.....	32
7. ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICAL.....	34
8. SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.....	36
9. SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO, DAS ESTACAS DE ERVA-MATE, SOB O TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB , AOS 120 DIAS.....	38

10.MÉDIAS DE CADA VARIÁVEL ANALISADA, PARA O FATOR SOLUÇÃO DE AIB, AOS 120 DIAS.....	41
11.MÉDIAS DE CADA VARIÁVEL ANALISADA, PARA O FATOR PLANTAS, AOS 120 DIAS.....	42

RESUMO

O presente trabalho foi realizado visando aumentar o percentual de enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), provenientes de árvores adultas, através do teste com solução alcoólica a 60 % de 7000 ppm, 9000 ppm, 11000 ppm, 13000 ppm e 15000 ppm de ácido indol-3-butírico. A metodologia baseou-se na adotada por GRAÇA et al. (1989), TAVARES et al. (1992) e CORRÊA (1995). O teste foi realizado no Instituto Agrônomo do Paraná, Polo Regional de Pesquisa de Curitiba - PR, em 10 de março de 1995. Utilizou-se propágulos de 10 matrizes de erva-mate, procedência de Colombo - PR, cujas estacas foram plantadas em caixas plásticas com vermiculita, e colocadas em casa de vegetação do tipo túnel. O experimento foi implantado inteiramente casualizado, com cinco repetições e cinco estacas por parcela. As soluções alcoólicas de AIB e cada planta, representaram o arranjo fatorial. Foram avaliadas as variáveis estacas vivas, estacas enraizadas e estacas vivas mais enraizadas, durante o período de 120 dias. Os dados obtidos, passaram pela análise de variância, com a determinação da média geral e coeficiente de variação, tendo sido utilizado o teste de Tukey para médias do fator plantas. Foram determinadas, através de regressão polinomial, para o fator soluções de AIB, equações para o ajuste das médias obtidas. Para a sobrevivência constatou-se diferenças significativas, entre plantas com percentuais de sobrevivência entre 23,3% a 14,1%, e as diferentes concentrações de AIB em solução alcoólica apresentaram percentuais entre 20,7% e 16,8%, sendo o melhor resultado, obtido com a solução alcoólica 0 ppm. O enraizamento constatado mostrou que as diferenças são significativas entre as plantas, com percentuais entre 22,4% e 14,1%, e as diferentes concentrações de AIB em solução alcoólica, não apresentaram diferenças significativas, com percentuais de enraizamento em torno de 17%. Para a sobrevivência mais enraizamento, constataram-se diferenças significativas entre plantas, com percentuais entre 26,6% e 14,8%, e as diferentes concentrações de AIB em solução alcoólica, apresentaram percentuais entre 23,1% e 19,4%, sendo o melhor resultado, obtido com a solução alcoólica a 60 % (0 ppm de AIB). Os resultados obtidos neste experimento, para a solução alcoólica a 60 %, não apresentaram diferenças acentuadas entre as concentrações de AIB, 0 ppm, 7000 ppm, 9000 ppm, 11000 ppm, 13000 ppm e 15000 ppm. Destacando-se apenas, tendência de superioridade da solução alcoólica 0 ppm de AIB para as variáveis estacas vivas e vivas mais enraizadas. Através da interpretação destes dados pode-se constatar um efeito favorável do etanol, em solução de 60 %, no enraizamento de estacas de ramos de árvores adultas de erva-mate. Entretanto, são necessários outros estudos para uma melhor definição de concentrações e tempos de tratamento, bem como estudos bioquímicos para uma evidenciação do seu modo de ação.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the rooting rate increase of erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) cuttings extracted from adult trees, through the use of 60% alcoholic solution pure and with different concentrations of indole-butyric acid (IBA) (7,000 ppm, 9,000 ppm, 11,000 ppm, 13,000 ppm and 15,000 ppm). The methodology was based on those used by GRAÇA et al. (1989), TAVARES et al. (1992) and CORRÊA (1995). The test was made at the Regional Research of the Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR in Curitiba, on 10th March 1995. It was used cuttings extracted from 10 plants that were originated in Colombo, were planted in plastic boxes with vermiculite and grown in a polyethylene greenhouse. The experimental design was the completely randomized with five replications and five cuttings per plot. The treatments were arranged in a factorial, design combined at five alcoholic solutions with ten plants. The evaluated variables were: number of viable cuttings, number of rooted cuttings and the sum of both. Data were collected during a period of 120 days. Analysis of variance was done and the Tukey test applied for the clones factor. Averages of the alcoholic solutions factor were fitted through polynomial regression equations. Significant differences among the cuttings survival of the clones were observed; survival percentages varied from 14.1 to 23.3%. The differences among the alcoholic solutions varied from 16.8 to 20.7%, being the best treatment the alcoholic solution the best one. Significant differences in the percentage of rooted cuttings among plants were also observed. Which varied from 14.1 to 22.4%. However, the IBA concentrations did not show significant differences among them and reached 17% of rooted cuttings as average. Considering the number of viable cuttings plus number of rooted cuttings, significant differences among clones were observed. The percentages varied from 14.8 to 26.6%. The IBA concentrations showed differences in this parameter, varying from 19.4 to 23.1%, being the treatment with alcoholic solution the best one. Results of this experiment did not show significant differences among 60% alcoholic solutions with IBA concentrations of 0 ppm, 7,000 ppm, 9,000 ppm, 11,000 ppm, 13,000 ppm and 15,000 ppm. It was only evidenced a superior behaviour of the (0 ppm IBA) alcoholic solution for the variables viable cutting and viable plus rooted cuttings. This experiment showed a positive effect of the 60% ethanol solution in the rooting rate increase of erva-mate cuttings extracted from adult trees. However, it is necessary other studies for the definition of alcohol concentrations and treatment duration, as well as biochemical studies about the way alcohol acts.

1 INTRODUÇÃO

Dentre as espécies florestais, a erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire), é uma das mais relevantes para a região sul do Brasil e nordeste da Argentina, sendo objeto de interesse e estudos por parte de industriais e pesquisadores.

Bastante conhecida pela sua importância histórica e influência, tanto cultural como econômica, a erva-mate, sempre ocupou, em toda a região do sul do Brasil, um destacado lugar junto à população, a qual passou a difundir o consumo, principalmente, do chá e do chimarrão, por todo o Brasil.

Contrastando com os outros blocos econômicos, onde a indústria é predominante, o MERCOSUL constituiu a maior área territorial de terras agricultáveis do planeta. O total das terras próprias para agropecuária do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, chega a 600 milhões de hectares (SEAB, 1993). Sendo a erva-mate, um dos produtos já comum em todos os países componentes do MERCOSUL, a atividade ervateira apresenta perspectivas positivas para o Brasil, onde a espécie tem a maior área de distribuição natural.

A industrialização da erva-mate no Brasil em 1992, segundo a SEAB (1993), chegou a 129 mil toneladas, processadas em 409 estabelecimentos industriais, sendo ainda que, no mesmo período, o Brasil foi obrigado a recorrer à importação para o atendimento da demanda interna.

O emprego de técnicas de propagação vegetativa permitirá maior homogeneidade, produtividade e qualidade nos futuros plantios. A propagação vegetativa da erva-mate, via enraizamento de estacas, é uma excelente opção para a produção de mudas, pois reduz o tempo de produção e aumenta a uniformidade (plantios clonais) em relação às produzidas por sementes.

A utilização do enraizamento de estacas tem relação importante e direta com os programas de melhoramento genético, na multiplicação de genótipos selecionados e na produção de estruturas para a multiplicação vegetativa.

Dentro dos programas governamentais, o enfoque de prospecção de demandas tecnológicas para o planejamento das ações de pesquisa, voltados ao atendimento eficiente e eficaz das necessidades da sociedade, apontam para os vários aspectos do cultivo da erva-mate no Paraná.

O Instituto Agrônomo do Paraná dedica, dentro do rol dos projetos de pesquisa, especial atenção ao manejo e à propagação da erva-mate. No intuito de contribuir com a produção de mudas, melhoria na homogeneidade e produtividade dos plantios de erva-mate, este trabalho tem como objetivo aumentar o percentual de enraizamento das estacas, através do teste do efeito de solução alcoólica 60% de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento das estacas e a verificação do grau de interação entre a planta (matriz) e as diferentes concentrações de AIB no enraizamento das estacas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

A utilização da erva-mate como bebida tônica e estimulante fazia parte dos hábitos e costumes dos aborígenes da América do Sul, que a denominavam “caiguá”, palavra guarani originada de caá (erva), i (água) e guá (recipiente).

Quando da ocupação castelhana do Paraguai, constatou-se a utilização da erva-mate pelos indígenas. Tal hábito foi amplamente difundido com o estabelecimento dos jesuítas, posteriormente nas Missões, entre os índios guaranis e demais habitantes. Este hábito foi também observado entre indígenas brasileiros, bem como em outras tribos fora da região de ocorrência natural desta aquifoliacea, sendo comum a sua permuta (LINHARES, 1969).

Com a orientação dos jesuítas, os indígenas deram início às primeiras plantações de erva-mate, ao tempo em que os padres promoviam estudos do sistema vegetativo da planta, sendo os primeiros cultivos sistemáticos, aliados à identificação da época de colheita de sementes, produção de mudas e condução (LINHARES, 1969).

Entre 1610 e 1768, com a retirada da Cia. de Jesus, os jesuítas mantiveram o monopólio do comércio e exploração do mate. Nem mesmo proibições governamentais e malsinassões diminuíram o consumo do mate, que cada vez mais contagiava os lares sul-americanos (LINHARES, 1969).

Durante a primeira guerra mundial a economia ervateira iniciou o seu declínio ao tempo em que, o comércio da madeira começava a despontar, iniciando um novo ciclo (LINHARES, 1969).

Após um constante e prolongado declínio, a economia ervateira chegou a sua completa estagnação, com a utilização de técnicas rudimentares e a erradicação de ervais nativos, provocados pelos baixos preços pagos pelo produto e, principalmente, pela implantação de projetos agropecuários (REDIG, 1985). Estes fatores culminaram com a falta de matéria prima e a conseqüente elevação dos preços desta, gerando uma retomada de interesse na década de 80, quando tiveram início novos plantios na região sul do Brasil (CARPANEZZI et al., 1988).

Atualmente, o crescente interesse pelo cultivo da erva-mate, teve a contribuição direta do MERCOSUL, cujos hábitos e costumes dos países integrantes, encontram no consumo da erva-mate, um de seus vários pontos em comum, gerando perspectivas positivas para o setor produtivo, particularmente para o Brasil, onde a espécie tem um grande potencial a ser explorado.

2.2 CARACTERÍSTICAS BOTÂNICAS

2.2.1 Classificação Sistemática

Divisão: Angiospermae.	Nome Científico: <i>Ilex paraguariensis</i> St.
Classe: Dicotyledoneae.	<i>Hil.</i>
Subclasse: Archichlamydeae.	Nomes Populares: erva-mate; caá;
Ordem: Celastrales.	caáguaçu; caúna; congoín; congonha;
Família: Aquifoliaceae.	congonha-grande; congonha;
Gênero: <i>Ilex</i> .	congoinha; erva; erveira; mate; pau-de- erva e periquita.

Aquifoliaceas são fundamentalmente tropicais, mas também são encontradas em zonas temperadas. Em caráter geral, são mundialmente bem distribuídas nestas duas zonas, com exceção dos desertos e do oeste dos Estados Unidos. Existem somente duas espécies nativas na África. O centro de dispersão na América do Sul está entre, o Rio da Prata e os Andes do norte da Argentina, até o sudeste da Colômbia. O gênero *Nemophantus* é monotípico da América do Norte, *Phelline* é exclusivo da Tasmânia, Nova Caledônia e Nova Zelândia. No Brasil só ocorre o gênero *Ilex*, que segue a mesma distribuição de sua família (EDWIN e REITZ, 1967). Segundo BONNER (1974) citado por MELLO (1980), o gênero *Ilex* possui cerca de 300 espécies e, ao redor de 20 espécies, são nativas da parte leste da América do Norte, a maioria ornamentais e bons alimentos para animais selvagens. MARTINS (1925) citado por MELLO (1980), calcula que 60 espécies de *Ilex* ocorrem no Brasil.

Ilex paraguariensis, foi classificada pelo naturalista francês Augusto Saint Hilaire e publicada em 1822 em memórias do Museu de História Natural de Paris. O material encontra-se no herbário do museu sob nº 1631, procedência Brasil, coletada nas proximidades de Curitiba, província de São Paulo (a qual pertencia na época). O nome específico *paraguariensis* foi colocado em virtude de seu nome vulgar: mate ou “herve du Paraguay”. Saint Hilaire observou também, que as plantas paraguaia e curitibana eram iguais (PARODI e GRONDONA, 1949).

2.2.2 Descrição Morfológica

A erva-mate tem forma de arvoreta a árvore perenifólia, de altura variável; entre 3 - 5 metros quando cultivada, podendo atingir até 25 metros de altura e 70 centímetros de diâmetro na floresta (CARVALHO, 1994). Ramificação racenosa, copa alongada, densifolia, verde escura. Folhas alternadas, simples e geralmente estipuladas, subcoriáceas até coriáceas, labras.

Limbo obovado até largamente obovado, bordos irregulares serrados-crenados medindo 5 a 8 centímetros de comprimento por 3 a 4 centímetros de largura. Pecíolo curto de 7 a 15 milímetros de comprimento. Inflorescência fasciculadas, nascidas sobre lenho velho de rebentos florais, auxiliares nas folhas. Flores masculinas com 5,5 a 7 milímetros de diâmetro, dispostas como as femininas ou às vezes pedunculadas, pétalas 2,5 milímetros de comprimento por 1,5 a 2,2 milímetros de largura; estames pouco mais curtos até iguais às pétalas no comprimento; anteras mais curtas que os filamentos cilíndricos engrossados, pistilódio falta o estigma. Flores com estaminódios mais curtos que os pétalos, anteras estéreis; ovário ovóide, estigma semidistinto descendo da parte superior (REITZ et al., 1979).

Fruto drupóide, tetralocular, tetraspérmico; mesocarpo carnoso, endocarpo ósseo-lenhoso envolvendo a semente. Globoso, superfície lisa, lustrosa, roxa quase preta quando maduro. Frutificação abundante, disseminação ornitócora. Fruto-semente é o endocarpo onde está aderida internamente a semente propriamente dita de tegumento membranáceo, castanha clara, forma variável, endosperma carnoso; embrião minúsculo, apical e rudimentar (KUNIYOSHI, 1983).

2.2.3 Aspectos Reprodutivos

A erva-mate é dióica, embora se encontrem estames e pistilos em todas as flores. Os estames não funcionam nas flores femininas, enquanto nas masculinas o pistilo se deprime e aborta. Este fato dificulta a polinização natural, de modo que, quando se quer aumentar a quantidade de sementes, recomenda-se a polinização artificial entre o grupo de plantas reservadas para produção das sementes (FERREIRA FILHO, 1957).

FERREIRA et al. (1983), estudando a erva-mate, encontraram uma proporção de sexo de 7 indivíduos masculinos para 5 do sexo feminino, e que os insetos tem papel

importante na polinização, embora talvez possa haver alguma influência do vento. Além das abelhas, parece que outros insetos, como as formigas exercem esta função.

2.3 ÁREA DE DISTRIBUIÇÃO NATURAL

2.3.1 Distribuição Geográfica

A área abrange aproximadamente 540.000 km² (3% da América do Sul), distribuídos pelo Brasil, Argentina e Paraguai, entre as latitudes 21°S e 30°S e longitudes de 48°30'W e 56°10'W. Altitudes predominantes entre 500 e 1500 metros, podendo ocorrer em pontos isolados. No Brasil são 450.000 km² (5% do país), abrangendo a região Centro-Norte do Rio Grande do Sul e quase toda Santa Catarina. No Paraná avança pela região Centro-Sul, estendendo-se a Nordeste para o estado de São Paulo, limitando-se à pequena zona na região Sudeste. A Oeste do Paraná, segue em direção ao Sul do Mato Grosso do Sul, abrangendo parte da Província de Misiones (Argentina), e a parte oriental do Paraguai na região da Serra Amambay-Mbaracayú. Pequenas manchas que acompanham *Araucária angustifolia* são encontradas na região de Campos do Jordão, a Leste de São Paulo, região Sudeste de Minas Gerais e Sul do Rio Grande do Sul. É ausente nos campos naturais, com exceção dos pontos de contato destes com matas nativas anteriormente existentes (OLIVEIRA e ROTTA, 1985).

2.3.2 Aspectos Edafo-Climáticos

A distribuição da erva-mate é predominante, segundo KOEPPEN, nos tipos climáticos Cfb, seguido pela Cfa, região sul-americana de climas pluviais temperados, chuvas regulares bem distribuídas, promovendo clima sempre úmido com médias de temperatura do mês mais quente maior que 22°C (a) ou menor que 22°C (b). Ocorre ainda pequenas áreas nos

tipos Cwa e Aw (OLIVEIRA e ROTTA, 1985). Segundo FERREIRA FILHO (1957) a temperatura média ótima para erva-mate está em torno dos 17°C.

De maneira geral, a erva-mate prefere solos sem deficiência hídrica mas permeáveis, não sendo encontrada em solos hidromórficos. Espécie tolerante à baixa fertilidade natural, resistindo a solos degradados com baixo teor de nutrientes trocáveis e alto de alumínio. Prefere texturas com equilíbrio entre areia, argila e silte, sendo mais freqüente em texturas média e argilosa, com predominância de areia é raramente encontrada (OLIVEIRA e ROTTA, 1985). Recentes estudos, levam à constatação da erva-mate pertencer ao grupo das calcífugas, ou seja, tolerante ao acúmulo de alumínio, adaptando-se bem às condições de acidez do solo e apresentando redução no crescimento em presença de alto teor de Ca. A adição de calcário, pode induzir à clorose das folhas e até a morte em estágio de mudas (REISSMANN et al., 1991).

2.3.3 Fitossociologia

Conforme vários autores, entre eles REITZ et al. (1979), a erva-mate nativa ocorre nos planaltos e associa-se às florestas com araucária, onde apresenta-se como espécie ciófito e seletiva higrófito, formando agrupamentos densos. Segundo VELOSO et al. (1991), na classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal, a erva-mate acompanhada de *Ocotea pulchella*, *Cryptocarya aschersoniana* e *Nectandra megapotamica*, ocupavam predominantemente, a submata da Floresta Ombrófila Mista Montana, onde se podia observar a *Araucaria angustifolia* emergindo desta submata. Em algumas regiões, a erva-mate estava na submata de *Araucaria angustifolia* mais *Ocotea porosa* ou *Araucaria angustifolia* mais *Ocotea catarinensis*. Segundo CARVALHO (1994), é uma espécie climática

quanto ao grupo sucecional, regenerando-se com facilidade quando o estrato arbóreo superior e, principalmente, os estratos arbustivos e herbáceos são raleados.

2.4 ASPECTOS SILVICULTURAIS

A arquitetura de uma planta depende da natureza e arranjo relativo de cada uma de suas partes. Em um dado momento, a arquitetura é uma expressão do equilíbrio entre os processos endógenos de crescimento e das limitações exógenas exercidas pelo ambiente, ou seja, os padrões de crescimento definidos pelos modelos arquitetônicos são determinados geneticamente. Apenas sob extremas condições ecológicas, sua expressão é afetada pelo ambiente (BARTHELEMY *et al.*, 1991).

A forma de plantas lenhosas é determinada por alongamento diferenciado de gemas e ramos, e a expressão de um hábito de crescimento particular, está geralmente associada com o fenômeno da dominância apical. Segundo FORD (1985), as copas das árvores são compreendidas de alguns tipos básicos de ramos: o caule principal, ou ramos longos que, freqüentemente, tem crescimento indeterminado, e os ramos curtos, que podem apresentar grandes proporções de folhagem, apesar de terem pequena influência na forma da copa.

São diferentes os sistemas de condução de ervais que ocorrem, tanto entre agricultores como entre os grandes produtores. Estes sistemas variam de acordo com as práticas adotadas tradicionalmente: ervais nativos ou plantados conduzidos com porte alto; ervais nativos ou plantados conduzidos com rebaixamento; ervais plantados e conduzidos com porte baixo, semelhantes aos adotados na Argentina. A produtividade destes diferentes sistemas de condução ainda não foi avaliada, pois as técnicas, intensidades e períodos de colheitas são distintos entre a maioria dos produtores, dificultando a obtenção de parâmetros

para uma comparação. Para o sistema tradicional (porte arbóreo) com espaçamento 3 por 3 metros em ervais de 10 anos, a produção é de 16.665 kg/ha, em colheitas bianuais (SCHNEIDER e PETRY, 1985). Para ervais com plantas com porte arbustivo e com 6 anos, num espaçamento de 3 por 1 metro, a produção obtida foi de 6.000 kg/ha, sendo que esta produção tende a aumentar com o tempo de plantio (LESSING, 1985). Para EMBRAPA/CNPF (1988), em condições normais de plantio à pleno sol, a primeira colheita se dá entre o quarto e sexto ano de plantio, estabilizando-se aos 10 ou 12 anos com produção de 10 a 20 kg/planta a cada dois anos. MAZUCHOWSKI (1989), descreve ervais plantados, onde a erva adulta atinge, mais de 4 metros de altura, com diâmetro máximo de copa de 3 metros, proporcionando alto rendimento. A produtividade média aos 10-12 anos, atinge 15 a 20 quilos por planta. Para ervaíras nativas de maior porte, a produção pode chegar a 80-100 quilos de matéria verde por árvore podada a cada 3-5 anos.

Também os espaçamentos adotados apresentam diferenças, também em função dos diferentes tipos de condução já mencionados. Em muitos casos os produtores utilizam a mesma área com pastagens ou outros cultivos, sendo também comum a erva-mate ser produzida em áreas com formações florestais. Além dos espaçamentos variarem de acordo com o tipo de condução adotado no erval, variam também conforme a utilização do solo. Para colheita manual são adotados 3 por 2 metros e 3 por 3 metros (LESSING, 1985), em Santa Catarina são adotados 4 por 4 metros, 3 por 3 metros e 3 por 2 metros (ZANELATO, 1985). Na Argentina eram recomendados espaçamentos de 3 por 1,5 metros e 2,5 por 1,5 metros para solos já cultivados, 3,5 por 1,5 metros e 2,5 por 1,5 metros para sem uso anterior. Atualmente, segundo PRAT KRICUN (1993), são recomendados espaçamentos de 2,25 a 3,25 metros entre linhas e 1 a 1,5 metros entre plantas, para os novos plantios. Antes de determinar-se o espaçamento é necessário que sejam definidos, o sistema de condução a ser adotado e

outros fatores. PRAT KRICUN e SWIER (1983), estudaram a disposição apropriada para implantação de ervais em função de características localizadas.

Outras práticas são citadas na condução de ervais, com destaque para a decepa ou recepa, como forma de recuperar erveiras improdutivas ou para o rebaixamento de erveiras de difícil poda (SCHUCH e LAZZARI, 1985; DA CROCE, 1992).

2.5 ESTAQUIA

Muito embora o método tradicional, seja atualmente o mais utilizado para a propagação da erva-mate, a produção de mudas através de sementes apresenta inconvenientes, como: baixo poder germinativo das sementes; longo período de tempo para a superação da dormência (estratificação por seis meses); longo período de tempo para a produção das mudas no viveiro (12 meses); desuniformidade das mudas, (STURION, 1988).

A propagação vegetativa da erva-mate, via enraizamento de estacas, pode ser uma opção para a produção de mudas, pois reduz o tempo de produção e aumenta a uniformidade em relação às mudas produzidas por sementes. Permite ainda, a multiplicação e a conservação das características de indivíduos tolerantes a pragas e doenças e selecionadas de acordo com sua adaptação ao meio ambiente (IRITANI, 1981; HARTMANN e KESTER, 1985).

A produção de mudas florestais, através da estaquia, é uma prática antiga que, no último século, começou a ter um papel relevante devido ao desenvolvimento de técnicas, equipamentos, estufas e insumos especializados, como é o caso dos propagadores, substratos e hormônios (BROWSE, 1979).

A estaca pode ser qualquer segmento de raiz, folha ou ramo que possua capacidade de originar uma planta. Por não se originarem do embrião, as raízes formadas numa estaca, são denominadas adventícias (FACHINELLO et al., 1994).

Nas plantas perenes lenhosas, as raízes adventícias das estacas de ramo, em geral se originam no tecido de floema secundário, mas podem se originar de outros tecidos como os raios vasculares, o câmbio ou os calos (HARTMANN et al., 1985).

ZANETTE (1994) menciona a formação de raízes adventícias nas estacas, como tendo início nas células chamadas iniciadoras de raízes, um meristema secundário que forma conjuntos celulares através de divisões mitóticas, diferenciando-se e constituindo os primórdios radiciais, que ligam os seus vasos vasculares aos adjacentes. A nova raiz é constituída pelo crescimento do primórdio, que atravessa o córtex e emerge na epiderme.

Segundo IRITANI (1981), no caso da *Ilex paraguariensis* St. Hil., as raízes adventícias são preferencialmente formadas a partir dos tecidos vivos da estaca, mas podem nas mesmas estacas ter origem no calo.

2.5.1 Fatores que Afetam o Enraizamento das Estacas

O conhecimento dos fatores que afetam a formação de raízes é importante para a explicação da dificuldade ou facilidade de enraizamento de estacas em uma espécie. O adequado manejo destes fatores pode proporcionar maiores chances de sucesso na produção de mudas por estaquia.

2.5.1.1 Fatores Internos

2.5.1.1.1 Condição Fisiológica da Planta Matriz

O enraizamento é afetado diretamente pela condição nutricional da planta matriz. No que tange ao teor de carboidratos, reservas mais abundantes, correlacionam-se com maiores percentagens de enraizamento e sobrevivência de estacas. Os carboidratos são de extrema importância, pois a auxina requer uma fonte de carbono para a biossíntese dos ácidos nucleicos e proteínas, e leva à necessidade de energia e carbono para a formação de raízes. A relação C/N (Carbono/Nitrogênio) também é importante, pois relações C/N elevadas induzem a um maior enraizamento, se bem que, apresentando produção de uma pequena parte aérea. E estacas com baixa relação C/N, devido ao teor elevado de nitrogênio, são pobres em componentes necessários ao enraizamento, gerando pouca formação de raízes. Logo, tanto o aumento do enraizamento como o equilíbrio entre as raízes e a parte aérea, pode ser obtido através de relações apropriadas de C/N (FACHINELLO et al., 1994).

2.5.1.1.2 Idade da Planta Matriz

Geralmente, no caso de plantas que enraízam com dificuldade, as estacas provenientes de plantas jovens, enraízam com mais facilidade que as de plantas maduras (HARTMANN e KESTER, 1959).

Possivelmente quando a planta envelhece, os seus baixos níveis fenólicos são os responsáveis pela pouca capacidade de enraizamento, já que alguns fenóis intensificam a ação das auxinas no início da formação das raízes (HARTMANN et al., 1990).

Para o caso de plantas adultas é recomendável a utilização de brotações jovens para a estaquia, mesmo não apresentando verdadeiramente uma condição de juvenilidade, estas têm maior facilidade de enraizamento (HARTMANN e KESTER, 1985).

O enraizamento de estacas de erva-mate, oriundas de diferentes materiais, foi testado com brotações do ano de árvores adultas e com estacas provenientes de mudas. Com brotações do ano de árvores adultas, foi obtido um enraizamento de 65 % (IRITANI, 1981) e 62 % (GRAÇA et al., 1988). Já com estacas de mudas, aplicando AIB a 5000 e 8000 ppm, HIGA (1985), obteve enraizamento de 60 %, enquanto GRAÇA et al. (1988) obtiveram 47 % de enraizamento.

2.5.1.1.3 Tipo de Estaca

A composição química do tecido varia ao longo do ramo, podendo ocorrer diferenças no enraizamento em estacas oriundas de distintas porções do mesmo ramo. Geralmente é utilizada a parte basal, por apresentar melhores resultados, no caso de estacas lenhosas (HARTMANN et al., 1990). Pode ser atribuído este fato, ao acúmulo de substâncias de reserva e um menor teor de nitrogênio, o que melhora a relação C/N. Já no caso de estacas semilenhosas, ocorre um maior enraizamento quando da utilização da parte mais apical. Para esta condição, pode-se atribuir à maior concentração de promotores do enraizamento, pela proximidade dos sítios de produção de auxinas, e à maior facilidade das células voltarem a ser meristemáticas, devido à menor diferenciação dos tecidos (HARTMANN e KESTER, 1985).

Em estudos realizados (INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA, 1980, 1981, 1983, 1985 e 1986; IRITANI, 1981; HIGA, 1985; GRAÇA et al., 1988; TAVARES et al., 1992) com erva-mate foram testadas estacas com diferentes

números de folhas (1 a 6), os resultados obtidos indicaram como melhores tratamentos, estacas com 1, 2 e 3 folhas, atingindo enraizamentos de 41 a 44 %.

2.5.1.1.4 Época do Ano

Existe diferença entre as espécies quanto à melhor época para a obtenção das estacas, algumas enraizam com maior facilidade no início da primavera, outras desde a primavera até fins do outono (HARTMANN e KESTER, 1959 ; KRAMER e KOSLOWSKI, 1960).

A época da coleta das estacas, também pode influir no enraizamento pelas condições climáticas, especialmente quanto à temperatura e à disponibilidade de água (HARTMANN e KESTER, 1985).

2.5.1.1.5 Potencial de Enraizamento

A facilidade ou não com a qual uma estaca enraíza, é a resultante da interação de diversos fatores e não apenas do potencial genético da espécie.

Para a iniciação de raízes adventícias em estacas, é evidente que certos níveis de substâncias naturais vegetais de crescimento, são mais favoráveis que outras. Já foram dedicados muitos estudos sobre estas relações. Existem vários grupos de tais substâncias, entre elas as auxinas, citocininas e as giberelinas. Destas, as auxinas são as de maior interesse no que diz respeito à formação de raízes nas estacas. Além dos grupos citados, é provável que hajam outras substâncias de ocorrência natural, que desempenham uma função na promoção de iniciação de raízes adventícias (CORRÊA, 1995).

Segundo ZANETTE (1994), as plantas podem ser divididas em três categorias quanto à formação de raízes adventícias: plantas cujos tecidos fornecem várias substâncias,

inclusive auxinas (rápida formação de raízes); plantas nas quais estão presentes, em grande quantidade, os co-fatores que ocorrem naturalmente, sendo limitante a auxina (aumento do enraizamento com aplicações de auxina); plantas nas quais falta a atividade de um ou mais co-fatores internos, podendo ocorrer a presença de auxina natural ser abundante ou não (pouca ou nenhuma resposta à aplicação de auxina).

2.5.1.2 Fatores Externos

2.5.1.2.1 Temperatura, Luz e Umidade

A temperatura, quando aumentada, tanto pode favorecer a divisão celular para a formação de raízes, como, em estacas herbáceas e semilenhosas, pode estimular uma elevada transpiração provocando um murchamento (HARTMANN e KESTER, 1959).

Para muitas espécies, as temperaturas do ar mais adequadas para o enraizamento, estão entre 21°C e 27°C no período diurno, e na faixa de 15°C no período noturno (HARTMANN *et al.*, 1990).

Como as condições de temperatura e umidade relativa interferem na fisiologia das plantas, esta interferência, no caso das estacas, adquire importância no que se refere à sobrevivência das mesmas. Esta influência está relacionada com a taxa de transpiração, fotossíntese, respiração e também com o resultado obtido através do tratamento com a auxina (IRITANI, 1981). Isto é preponderante para acreditar-se que a utilização de viveiro coberto (túnel/plástico translúcido), além de moderar a demanda de irrigação, pela menor perda de água, não interfere no aspecto da luminosidade necessária ao processo de enraizamento das estacas (GRANGE e LOACH, 1984).

Na formação de raízes em estacas, o efeito da luz varia, pois, está relacionado com o tipo de estaca utilizada. Segundo KOMISSAROV (1969), citado por ZANETTE (1994) “a intensidade de luz a ser utilizada para o enraizamento das estacas depende do grau de lignificação das mesmas e de suas reservas nutricionais, sendo necessária uma maior intensidade para estacas pouco lignificadas.”

O estiolamento dos ramos visando estimular a formação de raízes, faz com que os ramos, dos quais serão retiradas as estacas, se desenvolvam no período inicial na ausência de luz, o que é recomendado para os casos de espécies de difícil enraizamento (HARTMANN e KESTER, 1959).

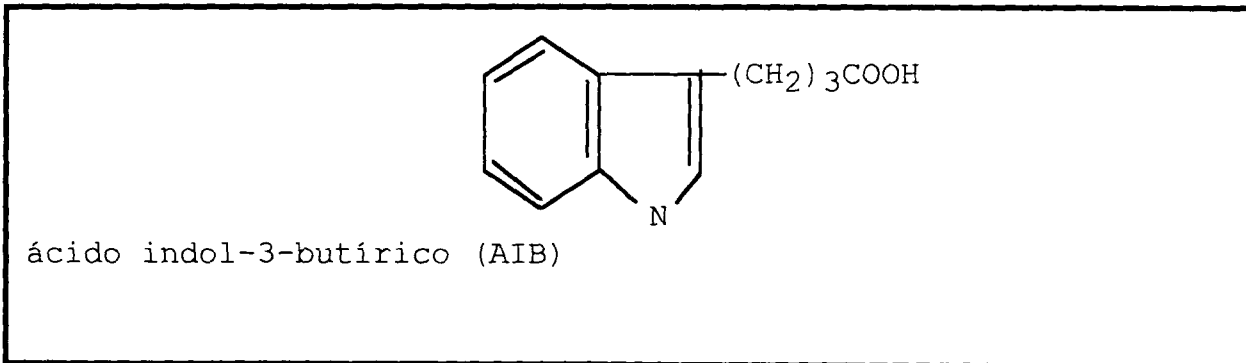
A perda de água é uma das principais causas da morte de estacas. A umidade do substrato (80 a 100 %) deve ser mantida, bem como a umidade do ar, para manter ao mínimo o processo de evapotranspiração (HARTMANN e KESTER, 1959).

2.5.1.2.2 Aplicação de Indutores de Enraizamento

Como já citado, algumas substâncias influem na formação das raízes adventícias, como auxinas, citocininas, giberilinas, etileno e ácido abscísico. O grupo das auxinas é o que possui maior efeito no enraizamento de estacas, sendo naturais ou aplicadas artificialmente, são indispensáveis para iniciação de raízes adventícias e a divisão das primeiras células iniciadoras (CORRÊA, 1995).

Pela sua capacidade em promover a formação de primórdios radiciais, o ácido indol-3-butírico (AIB), cuja fórmula estrutural esta representada na Figura 1, tem tido larga utilização para provocar e acelerar o enraizamento de estacas na propagação vegetativa de espécies vegetais (AWAD e CASTRO, 1983).

FIGURA 1. FÓRMULA ESTRUTURAL, NOME E ABREVIATURA DA AUXINA ÁCIDO INDOL-3-BUTÍRICO.



O AIB como indutor de enraizamento, é a substância que geralmente produz melhores resultados, devidos à menor mobilidade e a maior estabilidade química na estaca. Por ser um produto de baixa toxicidade, permite a utilização de várias concentrações, sendo lentamente degradado pelas plantas (ZANETTE, 1994).

No que tange à concentração do ácido indol-3-butírico (AIB), utilizado no enraizamento de estacas de erva-mate, constatam-se utilizações bastante variadas. IRITANI (1981), desenvolveu trabalhos utilizando 5000 e 8000 ppm, WELLS (1974) utilizou 20000 ppm para o enraizamento de estacas de outra espécie do gênero *Ilex*.

Os efeitos do ácido indol-3-butírico em diferentes concentrações, número de folhas e área foliar, também foram estudados por TAVARES et al. (1992) em estacas de mudas e em estacas de árvores adultas PICHETH et al. (dados não publicados). Em estacas de mudas, contendo um par de folhas com 50 % de área foliar e AIB em concentração de 8000 ppm, foi obtido enraizamento de 60 % aos 60 dias, após o plantio em tubetes, com vermiculita, encanteirados em casa de vegetação com controle de umidade. Estacas de árvores adultas, contendo um par de folhas, independentemente da área foliar (50 ou 100 %), apresentaram, aos 90 dias de plantio, um enraizamento de 16,5 %, para AIB em concentração de 12000 ppm.

BHATTACHARYA *et al.* (1985), citados por ZANETTE (1994), destacam que a acetona, o metanol e o etanol, são utilizados na extração de reguladores de crescimento em plantas. Também citam a importância do etanol e outros álcoois alifáticos no crescimento e na senescência das plantas. Ainda os mesmos autores concluíram, durante pesquisas de diferentes concentrações de etanol, metanol e acetona e sua interação com a sacarose e o AIB, na formação de raízes adventícias em hipocótilos estiolados de *Vigna radiata* L. Aparentemente o etanol, o metanol e a acetona funcionam como fonte de carbono, sendo substitutos para as necessidades de carboidratos. Estes solventes orgânicos podem também atuar como solubilizantes de auxinas endógenas da estaca. Esta afirmação baseia-se na diminuição considerável do enraizamento, pelo fato do AIB estar em presença de etanol, metanol e acetona.

STREET *et al.* (1958), citados por ZANETTE (1994), relatam que o etanol pode servir como fonte de carbono para o crescimento da *Chorella vulgaris*.

2.5.1.2.3 Substrato

O substrato deve sustentar a estaca em seu lugar durante o período de enraizamento, garantido um ambiente úmido, escuro e aerado à base da estaca. Sendo o meio mais adequado, para o enraizamento, aquele que apresente condições de porosidade suficiente para determinar: boa aeração; boa capacidade de retenção de água; boa drenagem (HARTMANN *et al.*, 1990).

Quanto aos substratos, tanto a palha de arroz queimada como a vermiculita, têm apresentado bons resultados para o enraizamento de estacas de erva-mate, chegando a vermiculita ao dobro do percentual de enraizamento obtido com a areia (GRAÇA *et al.*, 1988).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DA COLETA

O material vegetativo foi coletado (10/03/95) de erval nativo, em uma propriedade particular no Município de Colombo - PR, nas proximidades do Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - EMBRAPA. O solo é do tipo Cambissolo Profundo de Textura Argilosa, e o clima é Cfb, segundo Köppen. Com localização geográfica : 25°17'S de latitude; 49°13'W de longitude; 950 m de altitude.

3.2 MATERIAL VEGETATIVO

O material vegetativo utilizado, teve como origem plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) de um erval nativo, com árvores adultas, cuja a idade média era de cerca de 20 anos. Foi coletado material botânico e encaminhado ao Laboratório de Dendrologia do Departamento de Silvicultura e Manejo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná (EFC), para herborização e registro (Anexo 3).

Após selecionadas, por suas características fenotípicas de sanidade, produtividade (brotação e massa foliar) e arquitetura de planta, foram identificadas com etiquetas metálicas, dez árvores adultas de erva-mate, das quais foram coletados, separadamente, ramos de crescimento mais vigoroso (brotações do ano), localizados na parte mediana da copa de cada árvore.

A partir dos ramos coletados, foram obtidas as estacas, separadamente para cada árvore, descartando-se as partes apicais dos ramos (mais herbáceas). As estacas possuíam as

seguintes características: corte inferior em bisel; um par de semi-folhas; comprimento aproximado de doze centímetros e cerca de seis milímetros de diâmetro.

Foram coletados ramos suficientes para a obtenção de no mínimo 150 estacas por matriz, num total de 1500 estacas para o experimento. Durante os procedimentos, tanto os ramos como as estacas sempre foram mantidos em recipientes com água.

3.3 TRATAMENTOS FITOSSANITÁRIOS

Após a obtenção das estacas, estas receberam tratamentos fitossanitários com hipoclorito de sódio e Benlate, segundo procedimentos já adotados por GRAÇA et al. (1988) e TAVARES et al. (1992), quais sejam: imersão das estacas em solução de hipoclorito de sódio 1% volume/volume (v/v) durante 5 minutos; lavagem das estacas em água corrente por 5 minutos; imersão das estacas em solução de Benlate (Benomyl) 0,5 peso/volume (p/v) durante dez minutos.

3.4 REGULADOR DE CRESCIMENTO

As estacas, após serem enxutas com papel absorvente, foram tratadas basalmente, entre 2,5 a 3,0 centímetros, com 5 diferentes concentrações, em solução alcoólica, da auxina AIB (ácido indol-3-butírico - SIGMA) e com a solução alcoólica.

Para o tratamento das estacas foram preparados 60 ml de solução alcoólica a 60% para cada um dos diferentes tratamentos, da seguinte forma:

O tratamento das estacas foi feito durante doze segundos, sendo imediatamente plantadas em caixas plásticas drenadas (61 X 40 X 20 cm), contendo vermiculita expandida de

granulometria média como substrato. Previamente, as caixas com o substrato, foram envolvidas em plásticos para a esterilização, recebendo tratamento com gás de brometo de metila.

3.5 CONDIÇÕES DO ENRAIZAMENTO

Para o enraizamento, as caixas contendo as estacas foram colocadas em uma casa de vegetação do tipo túnel, com cobertura em plástico transparente (anti-uv).

A irrigação foi realizada através de nebulização intermitente, com cinco minutos de intervalo por dez segundos de nebulização, durante o tempo para o enraizamento (120 dias). As variações de temperatura e umidade registradas no interior da casa de vegetação estão as apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1. MÉDIAS DAS TEMPERATURAS E DA UMIDADE REGISTRADAS NO VIVEIRO COBERTO DURANTE O PERÍODO DE AVALIAÇÃO.

TEMPERATURA (°C)				UMIDADE (%)	
MÉDIA	MÉDIA	MÍNIMA	MÁXIMA	MÉDIA	MÉDIA
MÍNIMA	MÁXIMA	REGISTR.	REGISTR.	MÍNIMA	MÁXIMA
10,9	30,6	7	43	34	95

Após o plantio todas as estacas receberam quinzenalmente uma pulverização com fungicida sistêmico (Benomyl), a 0,5 g de Benlate por litro de água e, diariamente eram retiradas todas as folhas caídas das estacas.

3.6 AVALIAÇÃO

Foram realizadas avaliações mensalmente, por um período de enraizamento de 120 dias. Durante as avaliações foram observados o número de estacas vivas e enraizadas.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o experimento foram utilizadas estacas provenientes de 10 árvores (matrizes) da procedência Colombo-PR. Deste material coletado (ramos), para cada árvore, foram feitas 150 estacas. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições e cinco estacas por parcela. Os tratamentos arranjados em um fatorial, consistiram de combinações de concentrações de solução alcoólica pura e mais as soluções alcoólicas com as 5 diferentes concentrações de AIB (7000, 9000, 11000, 13000 e 15000 ppm), com as 10 matrizes.

Os dados referentes às variáveis observadas foram analisados com o auxílio do programa SANEST.

Após testes para o ajuste dos dados, foi utilizada a transformação das observações segundo $\sqrt{(x + 0,5)}$, conforme recomendações da literatura.

As variáveis, estacas vivas, estacas enraizadas e estacas vivas mais enraizadas, passaram pela análise de variância, com a determinação da média geral e coeficiente de variação, tendo sido utilizado o teste de Tukey para médias do fator plantas. Foram determinadas, através de regressão polinomial, para o fator soluções de AIB, equações para o ajuste das médias obtidas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ÍNDICE DE SOBREVIVÊNCIA

Verifica-se, através do quadro da análise de variância, que houve diferenças significativas entre as plantas e também entre os tratamentos, entretanto não foi constatada diferença estatística na interação entre plantas e soluções de AIB, quanto a sobrevivência das estacas durante o período da avaliação de 120 dias, (Tabela 2).

Para esta mesma variável, pelo teste de Tukey, (ANEXO 1) é possível observar-se as diferenças entre as médias de sobrevivência (%), após 120 dias.

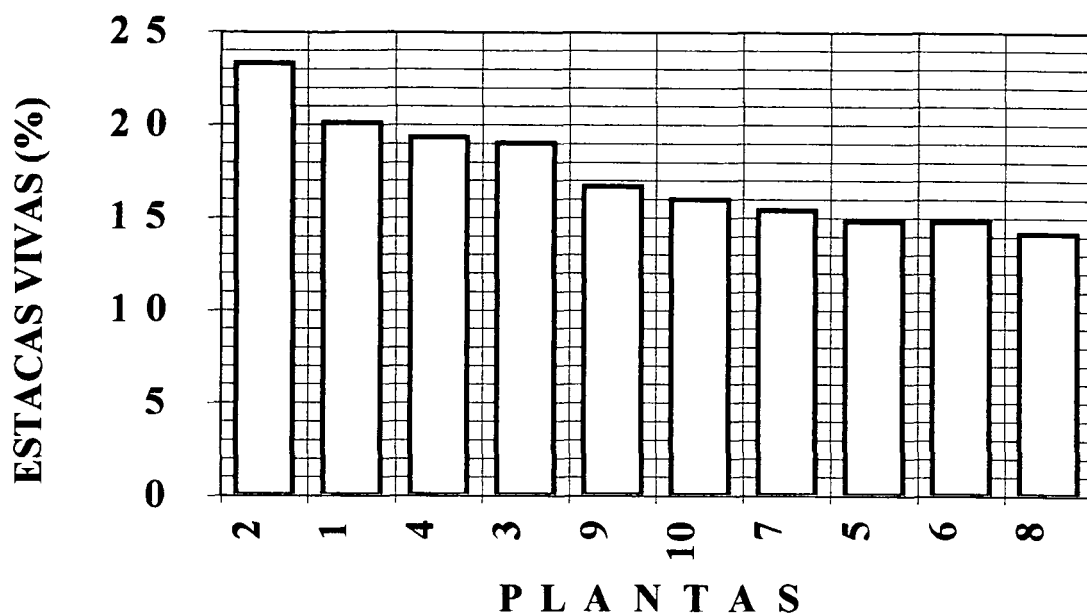
TABELA 2. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE ERVA-MATE AOS 120 DIAS.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
PLANTA	9	5,9183742	0,6575971	8,2933	0,00001
SOLUÇÃO AIB	5	1,9632991	0,3926598	4,9520	0,00044
PLANTA X SOL. AIB	45	2,7876990	0,0619489	0,7813	0,83870
RESÍDUO	240	19,0301905	0,0792925		
TOTAL	299	29,6995628			
MÉDIA GERAL =	0,868524	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO =		32,422 %	

Verificadas as diferenças entre as médias ao nível de 1%, é possível inferir-se, para a variável sobrevivência, que a há variabilidade genética dentro desta espécie, constatada e relatada por inúmeros autores, o que também é confirmado pelos resultados obtidos neste trabalho, onde algumas das matrizes apresentam acentuadamente uma sobrevivência superior das estacas.

Para uma visualização complementar, os resultados em médias desta variável, estão representados na Figura 2, onde pode-se observar, em relação as diferentes plantas, o percentual de sobrevivência após 120 dias.

FIGURA 2. SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE ERVA-MATE, EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.



Visando analisar com mais propriedade as tendências dos resultados constatados no experimento, foi determinada através de regressão polinomial, para o fator soluções de AIB, a equação para o ajuste das médias referentes à variável sobrevivência, conforme análise de variância (ANEXO 2).

Utilizando as equações para o ajuste das médias obtidas, quanto a sobrevivência das estacas, foram calculadas as médias para os tratamentos das diferentes soluções de AIB, conforme são apresentadas na Tabela 3.

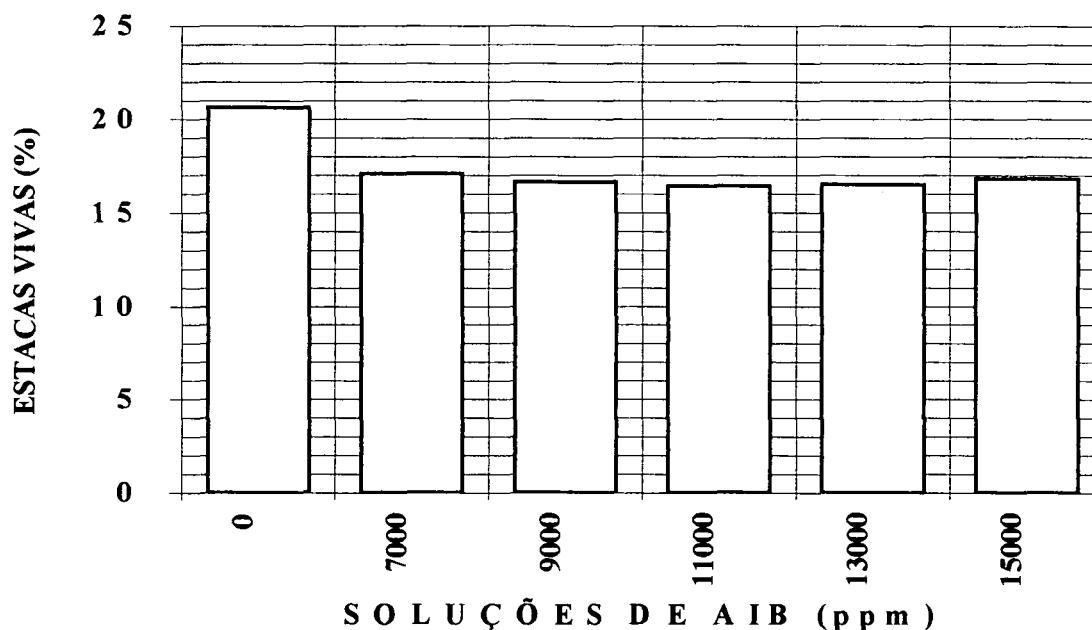
TABELA 3. SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE ERVA-MATE SOB TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO.

SOL. AIB	MED.OBS.	MED.ORIG.	LINEAR	QUADR.	(%)
0	1,0274	0,5556	0,9910	1,0336	20,6720
7000	0,8687	0,2546	0,8975	0,8549	17,0980
9000	0,8624	0,2437	0,8708	0,8325	16,6500
11000	0,7996	0,1394	0,8440	0,8228	16,4560
13000	0,7731	0,0977	0,8173	0,8258	16,5160
15000	0,8799	0,2742	0,7906	0,8416	16,8320
COEF. DETERMINAÇÃO			0,6402	0,8496	
					F = 0,02225

O coeficiente de determinação foi igual a ($r^2 = 0,8496$), e a equação foi $Y = 1,033563 - 0,0000367X$.

Fazendo uso das médias de sobrevivência ajustadas pela equação, estão representadas na Figura 3, as tendências do efeito das diferentes soluções de AIB no tratamento das estacas de erva-mate.

FIGURA 3. SOBREVIVÊNCIA, EM PORCENTAGEM, DAS ESTACAS DE ERVAMATE, SOB O TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AOS 120 DIAS.



A sobrevivência da estaca, embora não garanta o enraizamento da mesma, é importante pois o sucesso do enraizamento depende deste fator, já que a capacidade de sobrevivência das estacas está ligada a uma maior chance de enraizamento.

Nas estacas mortas componentes do experimento, observou-se a ocorrência de fungos, entretanto, sem a identificação dos mesmos, não se podendo afirmar se atuaram na mortalidade das estacas ou se tratavam de fungos oportunistas. A ocorrência de fungos e a falta de otimização na metodologia de enraizamento para o controle destes, interferem na sobrevivência das estacas (TAVARES *et al.*, 1992; CORRÊA, 1995). Também é visível o enegrecimento progressivo das estacas mostradas na Figura 4, ocorrendo tanto do ápice para a base como, o já observado por IRITANI (1981), da base para o ápice.

Após 120 dias do plantio das estacas, verificou-se que, caracterizando a variabilidade genética da espécie, as diferenças são significativas entre algumas das 10 plantas estudadas, com percentuais de sobrevivência entre 23,3 % a 14,14 %.

O fator concentrações de AIB apresentou diferença significativa quanto à variável estacas vivas, com percentuais de sobrevivência entre 20,67 % a 16,83 % (Figura 3). O melhor resultado, maior sobrevivência, foi obtido com a solução alcoólica (0 ppm de AIB). As demais soluções contendo AIB, apresentaram percentuais de sobrevivência próximos entre si. O AIB, sendo um produto de baixa toxicidade, permite a sua utilização em variadas concentrações (ZANETTE, 1994), o que comprovou este experimento, mostrando que a sobrevivência não variou significativamente entre as diferentes concentrações de AIB.

FIGURA 4. ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE ENEGRECIMENTO.



4.2 ÍNDICE DE ENRAIZAMENTO

Analisando o resultado obtido para a variável estacas enraizadas, constata-se, através do quadro da análise de variância, que somente houve diferença significativa para o fator plantas, não verificou-se diferenças estatísticas entre os tratamentos com diferentes soluções de AIB, bem como na interação entre plantas e soluções de AIB, durante o período da avaliação de 120 dias (Tabela 4).

TABELA 4. ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA O NÚMERO DE ESTACAS ENRAIZADAS AOS 120 DIAS.

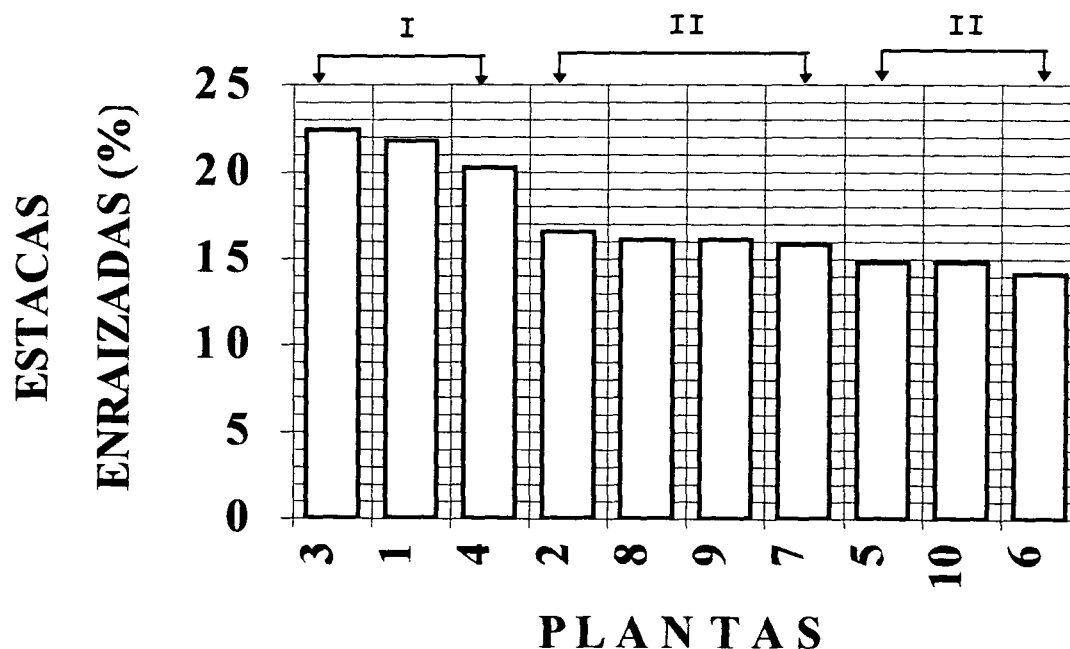
CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
PLANTA	9	6,1881712	0,6875746	9,6167	0,00001
SOLUÇÕES AIB	5	0,0474285	0,0094857	0,1327	0,98269
PLANTA X SOL. AIB	45	2,4497008	0,0544378	0,7614	0,86308
RESÍDUO	240	17,1595051	0,0714979		
TOTAL	299	25,8448055			
MÉDIA GERAL = 0,864398		COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 30,934 %			

Constatadas as diferenças entre as médias ao nível de 1% (ANEXO 3), é possível inferir-se, que também para a variável estacas enraizadas, que a variabilidade genética dentro desta espécie, observada e relatada por inúmeros autores, é responsável pelos resultados obtidos, onde entre as matrizes, algumas apresentaram um enraizamento de estacas acentuadamente superior.

Para uma visualização complementar, os resultados em médias desta variável, estão representados na Figura 5, onde o gráfico demonstra, em relação às diferentes plantas, o

percentual de enraizamento após 120 dias. Os percentuais de enraizamento definem três grupos de plantas (I, II e III) destacados no mesmo gráfico.

FIGURA 5. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.

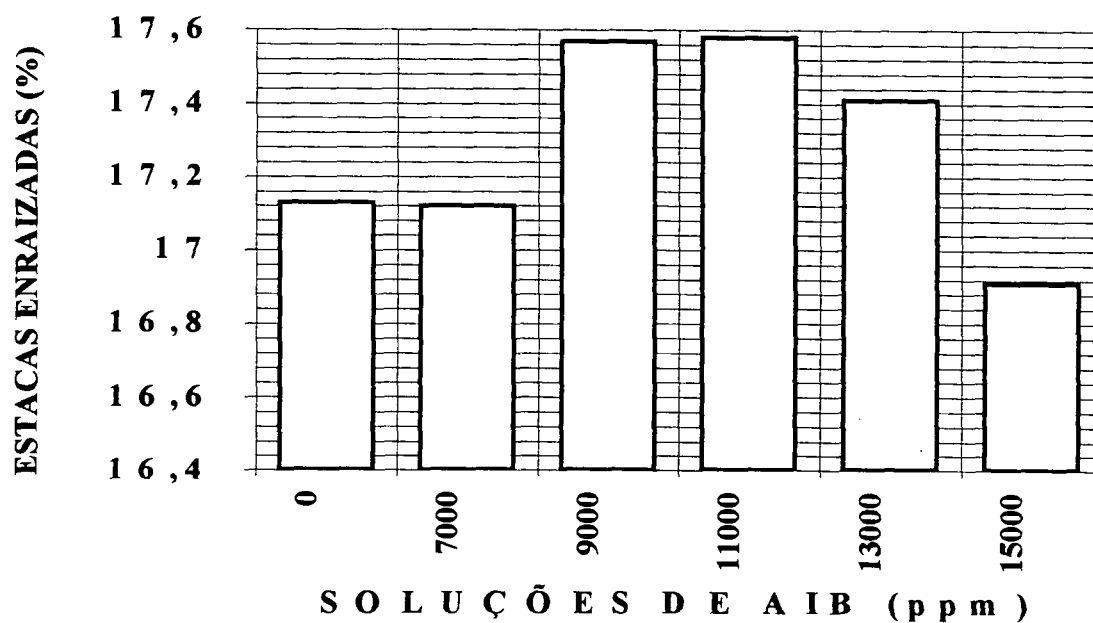


Como para o fator solução de AIB não se encontrou diferença significativa, mesmo entre a solução (0 ppm de AIB) e as soluções de AIB, foram elaboradas a Tabela 5 contendo as médias de enraizamento para cada solução de AIB, e o gráfico (Figura 6) com os percentuais médios de enraizamento também para cada solução testada, objetivando uma melhor visualização das tendências verificadas.

TABELA 5. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AOS 120 DIAS.

SOL. AIB	MED.OBS.	(%)
0	0,8564	17,1280
7000	0,8559	17,1180
9000	0,8786	17,5720
11000	0,8792	17,5840
13000	0,8707	17,4140
15000	0,8456	16,9120

FIGURA 6. EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE, AOS 120 DIAS.



Após 120 dias do plantio das estacas, pelos dados obtidos, quanto à variável estacas enraizadas, as diferenças foram significativas entre as plantas (matrizes), com percentuais de enraizamento entre 22,42 % a 14,14 %, sendo os melhores desempenhos, para esta variável, os das plantas n°3, 1 e 4 (grupo I), e os piores, os das plantas n°5, 10 e 6 (grupo III). As plantas n°2, 8, 9 e 7 (grupo II), apresentaram desempenho mediano, com enraizamento entre 16,56 % a 15,87 %. Este fato mostra claramente, que o potencial para enraizamento varia entre as plantas de erva-mate, ou seja, ocorre variabilidade genética, conforme verificado por CORRÊA (1995).

As diferentes concentrações de AIB em solução alcoólica, não apresentaram diferenças significativas quanto à variável estacas enraizadas, com percentuais de enraizamento entre 17,58 % a 16,91 %, sendo que a tendência para o melhor resultado, foi obtida com a solução alcoólica a 11000 ppm de AIB. Esta, entretanto, não apresentou diferença significativa para a solução alcoólica (0 ppm de AIB), determinando desta forma, que o efeito da utilização da solução alcoólica a 60% (0 ppm de AIB), para o favorecimento do enraizamento de estacas de erva-mate, teve efeito igual ao da aplicação das soluções com AIB.

Segundo metodologia desenvolvida por GRAÇA et al. (1988), confirmada por TAVARES et al. (1992) e adotada CORRÊA (1995), sempre foi utilizada a solução alcoólica a 50 % para o fitohormônio sintético AIB, no enraizamento de estacas oriundas, tanto de árvores adultas como de mudas de erva-mate. Em trabalhos nos quais foram testadas a solução alcoólica a 50% (0 ppm de AIB) e diferentes soluções de AIB, foi constatado que o AIB promoveu enraizamento superior ao da solução alcoólica 50% (0 ppm de AIB).

Em testes preliminares e experimento para o enraizamento de estacas de erva-mate, realizados em 1990 por PICHETH et al. (dados não publicados), também utilizando solução alcoólica a 50 % do AIB, não foram obtidos enraizamentos de estacas de erva-mate, tanto com

o tratamento pela solução alcoólica 50 % (0 ppm de AIB), como sem tratamento algum. Por se tratar de material propagativo da mesma origem que a do atual experimento, é possível depreender-se a comparação dos resultados do enraizamento de estacas de erva-mate, entre as soluções alcoólicas a 50% e 60%. Também foram realizados estudos por TAVARES *et al.* (1992), com resultados similares para estacas sem tratamento algum (testemunha), e com 4,5 % de enraizamento para solução a 50%, utilizando estacas de mudas de erva-mate.

A utilização da solução alcoólica a 60 %, apresentou resultado estatisticamente igual aos das soluções com 7000 ppm, 9000 ppm, 11000 ppm, 13000 ppm e 15000 ppm de AIB. Este fato contribui para que se possa afirmar que o álcool etílico em solução a 60 %, atuou como substância de efeito no enraizamento de estacas de erva-mate, de maneira semelhante as soluções alcoólicas com AIB nas concentrações acima citadas, considerando-se a resultante da interação dos diversos fatores concorrentes.

Na Figura 7 pode-se observar estacas enraizadas de erva-mate, em diferentes estádios de desenvolvimento.

FIGURA 7. ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICIAL.



4.3 ÍNDICE DE SOBREVIVÊNCIA MAIS ENRAIZAMENTO

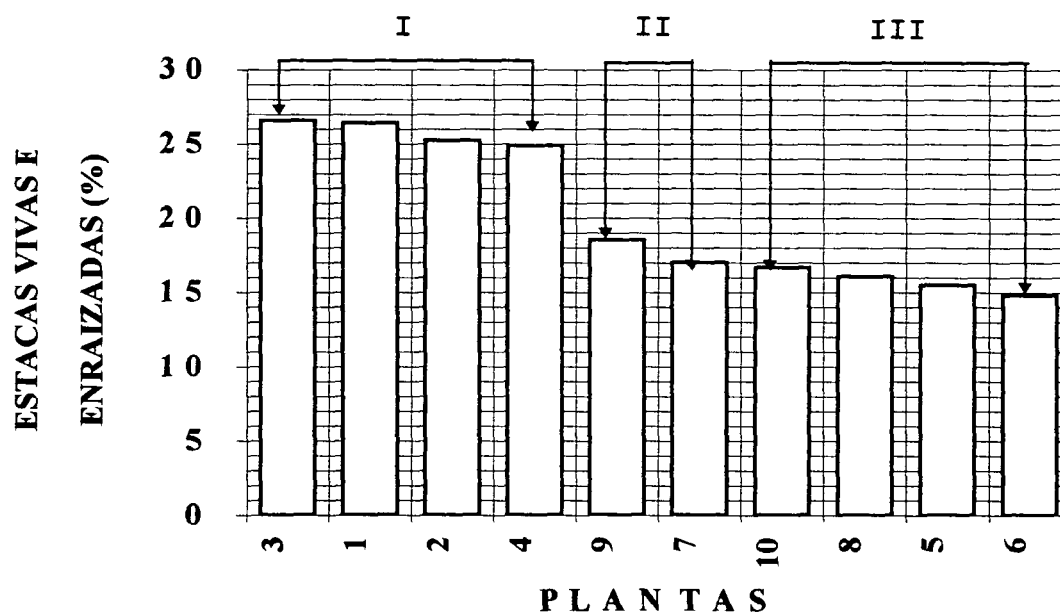
Analisando o resultado obtido para a variável estacas vivas e enraizadas, foram encontradas diferenças significativas entre as plantas e entre os tratamentos com soluções de AIB, não se verificou diferenças estatísticas na interação entre plantas e soluções de AIB, durante o período da avaliação de 120 dias, conforme o resultado da Tabela 6.

Para esta variável, pelo teste de Tukey (ANEXO 4), observou-se as diferenças entre as médias (%) para o fator plantas, onde destacam-se três grupos de plantas, após 120 dias.

TABELA 6. ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO, AOS 120 DIAS.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
PLANTA	9	16,4598565	1,8288729	15,2935	0,00001
SOLUÇÃO AIB	5	1,4556502	0,2911300	2,4345	0,03501
PLANTA X SOL. AIB	45	3,7643964	0,0836533	0,6995	0,92465
RESÍDUO	240	28,7003964	0,1195850		
TOTAL	299	50,3802995			
MÉDIA GERAL = 1,009323		COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 34,262 %			

FIGURA 8. SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.



Verificada as diferenças entre as médias ao nível de 1%, é possível inferir-se, que também para a variável estacas vivas e enraizadas, que a variabilidade genética dentro desta espécie, é um dos fatores que interfere nos resultados obtidos, onde algumas das matrizes apresentaram uma superioridade em sobrevivência e enraizamento de estacas.

Para uma visualização complementar, os resultados em médias desta variável, estão representados na Figura 8, onde o gráfico demonstra, em relação às diferentes plantas, o percentual de sobrevivência e enraizamento após 120 dias. Estes percentuais definem três grupos de plantas (I, II e III) destacados no mesmo gráfico.

As tendências dos resultados constatados no experimento, foram determinadas através de regressão polinomial. Para o fator soluções de AIB, a equação para o ajuste das médias referentes a variável sobrevivência e enraizamento, conforme análise de variância

(ANEXO 5). Utilizando esta equação, foram calculadas as médias para os tratamentos das diferentes soluções de AIB (Tabela 7).

TABELA 7. SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE SOB TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AJUSTADAS PELAS EQUAÇÕES DE REGRESSÃO.

SOL. AIB	MED.OBS.	MED.ORIG.	LINEAR	QUADR.	(%)
0	1,1526	0,8285	1,1227	1,1553	23,1060
7000	1,0025	0,5050	1,0361	1,0035	20,0700
9000	1,0105	0,5211	1,0114	0,9821	19,6420
11000	0,9575	0,4168	0,9866	0,9704	19,4080
13000	0,9334	0,3713	0,9619	0,9684	19,3680
15000	0,9994	0,4987	0,9371	0,9762	19,5240
COEF. DETERMINAÇÃO			0,7406	0,9058	

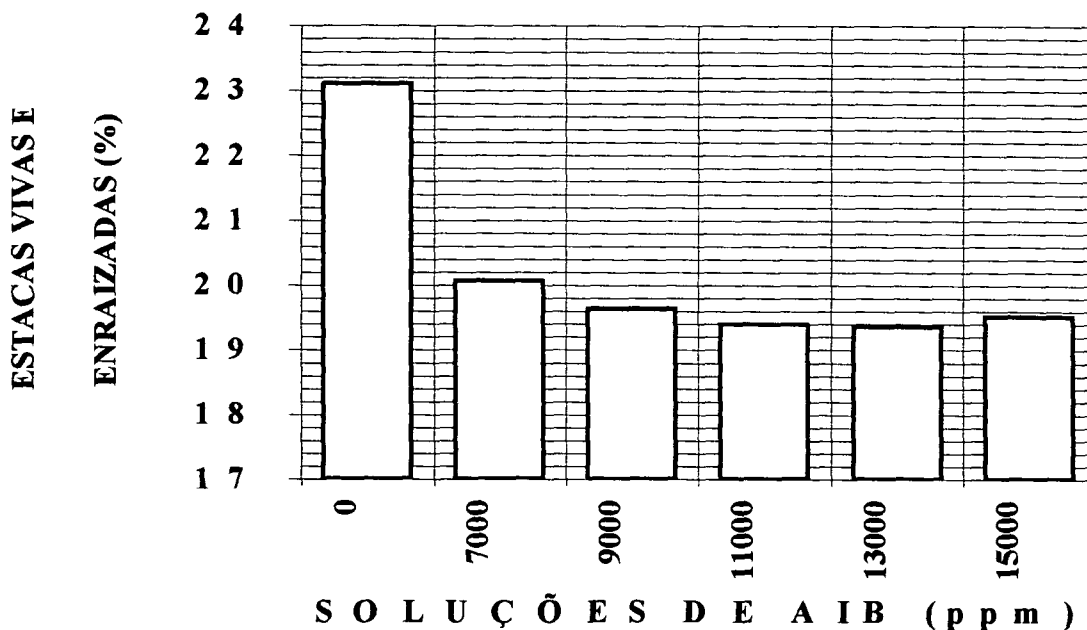
F = 0,15368

Obteve-se um coeficiente de determinação igual a ($r^2 = 0,9058$), e a equação foi $Y = 1,1553 - 0,0000302 X$.

Percebe-se, para esta variável, uma tendência para a diminuição da sobrevivência e enraizamento conforme o aumento da concentração do AIB na solução alcoólica 60%.

As tendências do efeito das soluções de AIB no tratamento das estacas de erva-mate estão representadas na Figura 9.

FIGURA 9. SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE, SOB O TRATAMENTO COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB, AOS 120 DIAS.



A variável sobrevivência mais enraizamento é de importância destacada pois, como já mencionado, a sobrevivência é imprescindível para o enraizamento. A manutenção da estaca viva, por um período de tempo maior, poderá propiciar uma chance maior para que, tanto o indutor de enraizamento como os fatores internos da estaca, atuem favoravelmente ao enraizamento. A avaliação conjunta das estacas vivas e enraizadas, permitiu o conhecimento, para esta variável, do efeito dos fatores concorrentes, no caso deste trabalho, a variabilidade entre as 10 plantas matrizes e as diferentes concentrações de AIB em solução alcoólica.

Analisando os dados obtidos após 120 dias do plantio das estacas, quanto a variável estacas vivas mais enraizadas, constatou-se que, caracterizando também a variabilidade genética da espécie, as diferenças são significativas entre algumas das 10 plantas (matrizes) estudadas, com percentuais de sobrevivência mais enraizamento entre 26,58 % a 14,83 %,

sendo os melhores desempenhos, para esta variável, os das plantas n°3, 1, 2 e 4 (Figura 8, grupo I), e os piores, os das plantas n°6, 5, 8 e 10 (Figura 8, grupo III). As plantas n° 9 e 7 (Figura 8, grupo II), apresentaram desempenho mediano, com sobrevivência mais enraizamento de 18,54 % e 17,03 %.

As diferentes concentrações de AIB em solução alcoólica, apresentaram pouca diferença quanto a sobrevivência e enraizamento, com percentuais entre 23,11 % a 19,37 %, sendo o melhor resultado, obtido com a solução alcoólica a 60 % (0 ppm de AIB), verificando-se ainda, uma tendência para a diminuição do percentual de estacas vivas e enraizadas conforme o aumento da concentração de AIB até os 13000 ppm.

4.4 AVALIAÇÃO GERAL

Segundo GRAÇA et al. (1988) os melhores resultados no enraizamento de estacas de erva-mate, provenientes de ramos, foram obtidos com estacas provenientes de brotações de mudas com 1 a 4 anos de idade. Para estacas provenientes de árvores adultas, utilizando de brotações após a poda, o enraizamento apresentou resultados relativamente baixos. TAVARES et al. (1992), fazendo uso do AIB (solução alcoólica 50 %) a 6000 ppm, 8000 ppm e 10000 ppm, no tratamento de estacas provenientes de árvores adultas de erva-mate, obteve enraizamento médio de 1,8 %, e para estacas provenientes de mudas de 1 ano foi de 22,8 %.

CORRÊA (1995), utilizando estacas de brotações de plantas de erva-mate com cinco a seis anos, tratadas com solução alcoólica a 50 % de AIB (8000 ppm), obteve um índice médio de 38,61 % de estacas enraizadas. Resultado semelhante ao obtido por GRAÇA et al.

(1988) e TAVARES et al. (1992), que fizeram uso da mesma metodologia de enraizamento e de material propagativo da mesma procedência.

A metodologia empregada sempre utilizou, para aplicação do AIB, a solução alcoólica a 50 %, sendo obtidos resultados de enraizamento, para estacas de ramos de árvores adultas, de 16,5 % com 12000 ppm de AIB (PICHETH et al. , 1990, dados não publicados).

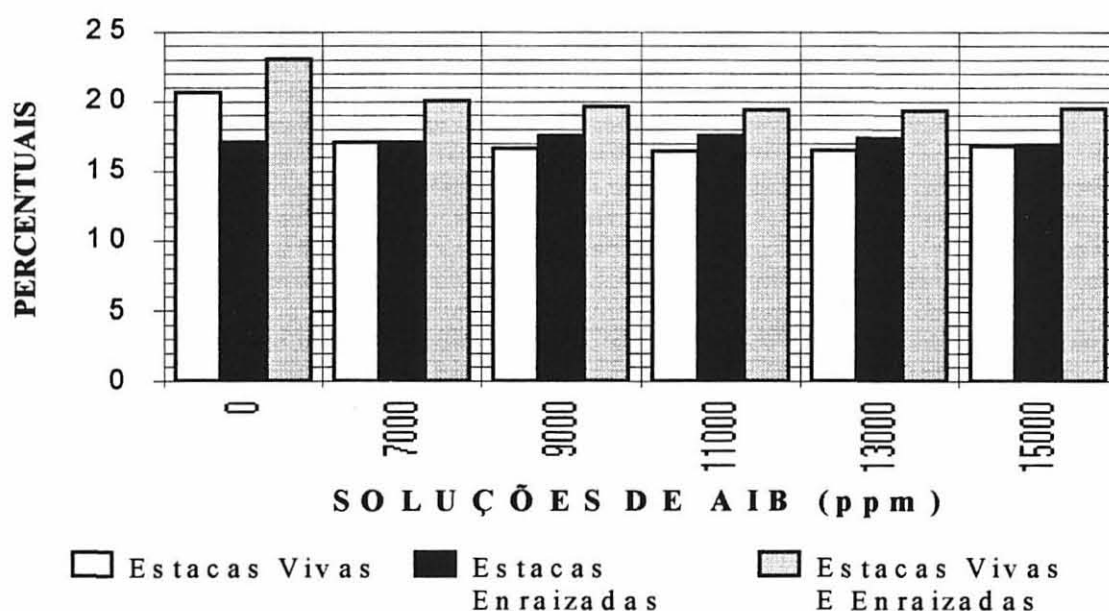
Os resultados obtidos neste experimento, utilizando solução alcoólica a 60 %, não apresentaram diferenças significativas entre as concentrações de AIB, 0 ppm, 7000 ppm, 9000 ppm, 11000 ppm, 13000 ppm e 15000 ppm. Destacou-se apenas, uma tendência de superioridade das soluções alcoólicas a 9000 e 11000 ppm de AIB, para a variável enraizamento (Figura 6). O percentual de enraizamento, considerando-se apenas o fator soluções de AIB, chegou a 17,58%, pouco superior aos resultados já mencionados. Entretanto, destaca-se o resultado da solução alcoólica a 60 % (0 ppm AIB), que foi estatisticamente igual ao de todas as concentrações de AIB testadas, fato este, não verificado em testes quando da utilização de solução alcoólica a 50%.

Para todas as variáveis analisadas, sobrevivência, enraizamento e sobrevivência mais enraizamento, verificou-se a superioridade ou a igualdade no efeito favorável da solução alcoólica a 60 %, comparativamente às soluções com AIB. Através da interpretação dos dados, apresentados na Figura 10, pode-se confirmar este efeito favorável do etanol, quando em solução a 60 %, no enraizamento de estacas de erva-mate, sendo, entretanto, necessário outros estudos para uma melhor definição de concentrações e tempos de tratamento, bem como, estudos bioquímicos para uma evidenciarão do seu modo de ação.

Segundo BHATTACHARYA et al. (1985), citados por ZANETTE (1994), aparentemente o etanol funciona como fonte de carbono, sendo substituto para as necessidades de carboidratos. A necessidade de energia e carbono é primordial para a biossíntese dos ácidos

nucleicos e proteínas na formação de raízes. Segundo FACHINELLO *et al.* (1994), tanto o aumento do enraizamento como o equilíbrio entre as raízes e a parte aérea, pode ser obtido através de relações apropriadas de C/N (Carbono/Nitrogênio), onde o uso otimizado do etanol poderá trazer resultados satisfatórios, no enraizamento de estacas provenientes de árvores adultas de erva-mate.

FIGURA 10. MÉDIAS DE CADA VARIÁVEL ANALISADA, PARA O FATOR SOLUÇÃO DE AIB, EM PORCENTAGEM, AOS 120 DIAS.



Para o fator plantas, todas as variáveis analisadas apresentaram diferenças significativas, evidenciando 4 ortetes com características mais favoráveis ao enraizamento e a sobrevivência, e 3 ortetes para o enraizamento (Figura 11 e Tabela 8). Constatando-se que a seleção de plantas poderá vir a aumentar o percentual de enraizamento, já que obteve-se uma variação entre 22,42 % e 14,14 % em 10 plantas de uma mesma procedência.

CORRÊA (1995) apontou a existência de variabilidade genética para o caráter enraizamento de estacas de erva-mate, nos níveis entre progênie e entre indivíduos dentro de progênie e variabilidade fenotípica entre procedências. O mesmo autor recomenda a seleção clonal para a elevação da média do enraizamento de estacas de erva-mate, bem como, constatou que a variável mais passível de melhoramento, é o índice de sobrevivência.

FIGURA 11. MÉDIAS DE CADA VARIÁVEL ANALISADA, PARA O FATOR PLANTAS, AOS 120 DIAS.

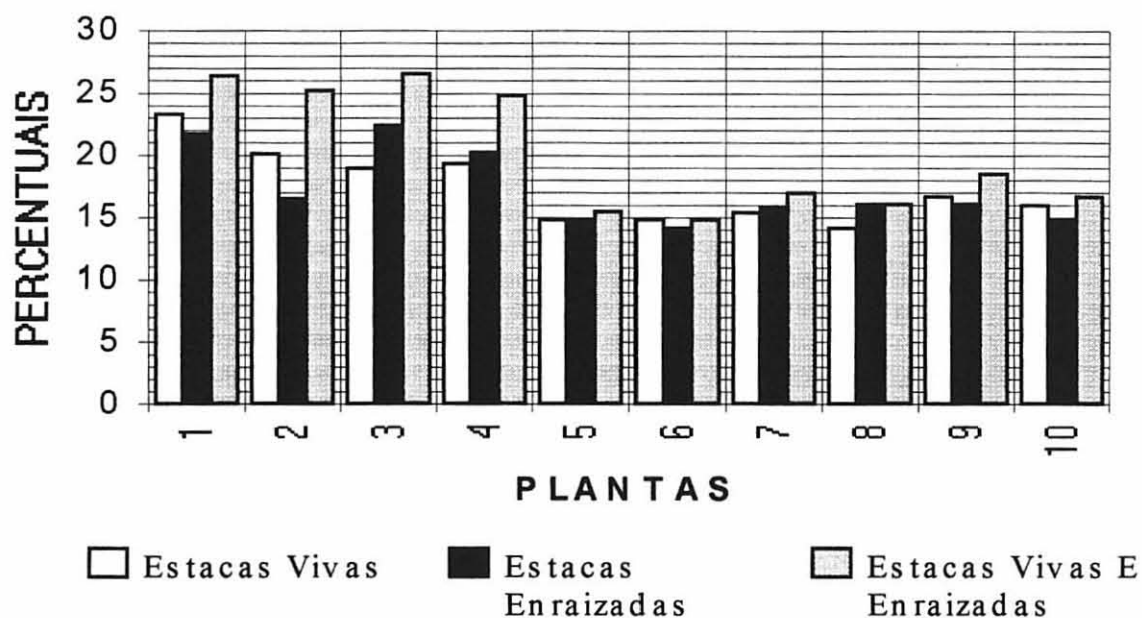


TABELA 8. DESEMPENHO DAS MELHORES PLANTAS DE ERVA-MATE, POR VARIÁVEL ANALISADA, EM 120 DIAS.

VARIÁVEL					
Estacas Vivas		Estacas Enraizadas		Estacas Vivas E Enraizadas	
Ortete	Média (%)	Ortete	Média (%)	Ortete	Média
2	23,30582	3	22,41824	3	26,57938
1	20,11694	1	21,77936	1	26,42316
4	19,35614	4	20,23946	2	25,24702
3	19,01864			4	24,89068

5 CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Conforme as condições e metodologias adotadas neste trabalho, foi possível extrair-se as seguintes conclusões e sugestões:

- a solução alcoólica a 60 % atua como estimuladora no enraizamento de estacas árvores adultas de erva-mate, possuindo, em relação às soluções alcoólicas a 60 % de AIB testadas, efeito semelhante no enraizamento e superiores na sobrevivência mais enraizamento;
- para o fator soluções de AIB, apresentaram variações significativas, as médias de sobrevivência e sobrevivência mais enraizamento, a média de enraizamento não apresentou variações significativas;
- para o fator plantas foram encontradas diferenças significativas para todas as variáveis analisadas;
- não constatou-se interação entre os fatores soluções de AIB e plantas;
- para a utilização, como método de enraizamento de estacas de erva-mate, recomenda-se estudos no sentido de avaliação de diferentes concentrações de solução alcoólica (dosagem), bem como de tempo de exposição (duração do tratamento);
- visando o incremento na taxa de enraizamento, recomenda-se a seleção individual para este caráter, considerando também, os aspectos da produção de massa foliar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AWAD, M.; CASTRO, P. R. C. **Introdução à fisiologia vegetal**. [S.l.] : Nobel, 1983.
- BARTHELEMY, D.; EDELIN, C.; HALLE, F. Canopy architecture. In: RAGHAVENDRA, A. S. **Physiology of trees**. John Wiley & Sons, Inc., 1990. p. 137-162.
- BROWSE, P. M. **Plant propagation**. London : Mitchell Beazley, 1979.
- CARPANEZZI, A. A.; ZANON, A.; IEDE, E. T.; STURION, J. A.; GRAÇA, M. E. C. & LOURENÇO, R. S. **Diretrizes de pesquisa aplicada para plantios de erva-mate no Brasil**. In: CONGRESSO FLORESTAL DO PARANÁ, 2. (1988 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : Instituto Florestal do Paraná, 1988. p. 59.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo : EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640 p.
- CORRÊA, G. **Controle genético do enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil)**. Curitiba, 1995. 55p. Dissertação (Mestrado em Silvicultura) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- DA CROCE, D. M. **Informações sobre a cultura da erva-mate em Santa Catarina**. Chapecó : EPAGRI. 1992. 29p. (EPAGRI. Apostila).
- EDWIN, G.; REITZ, R. Aquifoliaceae. **Flora Ilustrada Catarinense**. Itajai, I parte: As Plantas, Fascículo: AQUI, dezembro 1967. 47p.
- EMBRAPA/CNPQ. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Curitiba: EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 1988. 113p. (EMBRAPA. CNPQ. Documentos, 21).
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária da UFPEL, 1994. 179p.
- FERREIRA, A. G.; KASPARY, R.; FERREIRA, H. B.; ROSA, L. M. Proporção de sexo e polinização em *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Brasil Florestal**, n° 53, p.29-33, jan./fev./mar. 1983.
- FERREIRA FILHO, J. C. **Cultura e preparo de erva-mate**. 2ª ed. Rio de Janeiro: S.I.A., Ministério da Agricultura, 1957. 64p.
- FORD, E. D. Branching, crown structure and the control of timber production. In: CANNELL, M. G. R.; JACKSON, N. J. E. **Attributes of trees as crop plants**. Institute of Terrestrial Ecology. Huntingdon : England, 1985. p. 228-252.

GRAÇA, M. E. C.; COOPER, M. A.; TAVARES, F. R.; CARPANEZZI, A. A. **Estaquia de erva-mate**. Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, 1988. (EMBRAPA-CNPQ. Circular Técnica, 18).

GRANGE, R. L.; LOACH, K. **Comparative rooting of eighty-one species of leafy cuttings in open and polyethylene-enclosed mist systems**. In: THE JOURNAL OF HORTICULTURAL SCIENCE. England : Headley Brothers, 1984. v. 59, n° 1. p. 15 -21.

HARTMANN, H. T. e KESTER, D. E. **Propagación de plantas: principios y practicas**. México: Prentice-Hall, 1959.

_____. _____. 2 ed. México: Continental, 1967. 693p.

_____. _____. 5 ed. Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1985.

_____. _____. ; DAVIES JR., F. F. **Plant propagation : principles and practices**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1983. 727p.

_____. _____. _____. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1990. 647p.

HIGA, R. C. V. **Propagação vegetativa da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10 : Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). (1983 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : EMBRAPA-CNPQ, 1985. p. 121-3.

IRITANI, C. **Ação de reguladores de crescimento na propagação vegetativa por estaquia de *Ilex paraguariensis* St. Hil. e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**. Curitiba, 1981. 163p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

INTA - Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Misiones. Convenio INTA-CRYM. Informe ano 1979. Cerro Azul: INTA, 1980. 20p.

_____. Convenio INTA-CRYM. Informe ano 1980. Cerro Azul: INTA, 1981. np.

_____. Yerba mate. Informe sobre investigaciones realizadas. Periodo 1982-83. Cerro Azul: INTA, 1983. 47p.

_____. _____. _____. Periodo 1983-84. Cerro Azul: INTA, 1985. 39p.

_____. _____. _____. Periodo 1984-85. Cerro Azul: INTA, 1986. 32p.

KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa : Fund. Calouste Gulbenkian. 1960. 745p.

KUNIYOSHI, Y. S. **Morfologia da semente e da germinação de 25 espécies arbóreas de uma floresta com *Araucaria***. Curitiba, 1983. 233p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

- LESSING, P. C. Reflorestamento com erva-mate. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10 : Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). (1983 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : EMBRAPA-CNPf, 1985. p. 53-57.
- LINHARES, T. **História econômica do mate**. Rio de Janeiro : José Olímpio, 1969. 522 p.
- MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate** (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba : EMATER-Paraná, 1989. 104p.
- MELLO, V. D. C. **Morfologia e germinação de semente de erva-mate** (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Pelotas, 1980. 49p. Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Curso de Tecnologia, Universidade Federal de Pelotas.
- OLIVEIRA, Y. M. M. e ROTTA, E. **Área de distribuição natural da erva-mate**. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). (1983 : Curitiba) . **Anais...** Curitiba : EMBRAPA-CNPf, 1985. p. 17-35.
- PARODI, L. R.; GRONDONA, E. M. El ejemplar original de "*Ilex paraguariensis*". **Rev. Argentina de Agronomía**, v.16., nº4. p.199-202, 1949.
- PICHETH, J. A. T. F. ; TAVARES, F. R.; GRAÇA, M. E. C.; BUSNARDO, E. M. **Efeito do ácido indol-3-butírico e da área foliar no enraizamento de estacas de árvores adultas de erva-mate** (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba, 1990. IAPAR/EMBRAPA-CNPf (não publicado).
- PRAT KRICUN, S. D.; SWIER, R. **Determinacion del distanciamiento y disposicion apropiada para la implantacion de nuevos yerbales en la zona de Virasoro-Provincia de Corrientes**. Resultados preliminares. Cerro Azul: INTA, 1983. 21p. (INTA. Nota Técnica, 33)
- _____. **Yerba mate** : Técnicas actualizadas de cultivo. Cerro Azul : INTA, 1993. 14p. (INTA miscelanea nº 27).
- REDIG, A. P. L. **A importância econômica atual da erva-mate**. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Curitiba, 1983. **Anais**. Curitiba, EMBRAPA-CNPf, 1985. p. 04-09.
- REISSMANN, C. B.; PREVEDELLO, B. M. S.; TREVISAN, E.; BORN, R. H. Suscetibilidade da erva-mate à clorose induzida pela calagem. **Rev. Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, v.11, nº1-2, p.273278, 1989/1991.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Madeiras do Brasil**. Santa Catarina. Florianópolis: Lunardelli, 1979. 320p.

- SCHNEIDER, C.; PETRY, G. **Aspectos da cultura da erva-mate na região de Erebangomunicípio de Getúlio Vargas - RS, em propriedade da Empresa Hoppen, Petry & Cia Ltda.** In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10 : Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). (1983 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : EMBRAPA-CNPF, 1985. p. 64-70. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 15).
- SCHUCH, S.L.C.; LAZZARI, A.L.F. **Dados preliminares sobre a recuperação de ervais improdutivos através da prática da decepa.** In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10 : Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). (1983 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : EMBRAPA-CNPF, 1985. p. 100-107. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 15).
- SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ. Departamento de Economia Rural e Comissão Estadual de Planejamento Agrícola. **Diagnóstico e alternativas para a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.).** Curitiba, 1993.
- STURION, J. A. **Produção de mudas e implantação de povoamentos com erva-mate.** Curitiba, EMBRAPA-CNPF, 1988 (EMBRAPA-CNPF, Circular Técnica, 17).
- TAVARES, F. R.; PICHETH, J. A. T. F.; MASCCHIO, L. M. **Alguns fatores relacionados com a estaquia da erva-mate.** In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL : Florestas: Desenvolvimento e Conservação. (1992 : Nova Prata). **Anais...** Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, 1992. v.2, p. 626-640..
- VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. F.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** Rio de Janeiro : IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1991. 124p.
- ZANELATO, A. **Principais problemas no cultivo da erva-mate no oeste catarinense.** In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 10 : Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). (1983 : Curitiba). **Anais...** Curitiba : EMBRAPA-CNPF, 1985. p. 60-62. (EMBRAPA. CNPF. Documentos, 15).
- ZANETTE, F. **Propagação da pereira (Pirus comunis var. Garber).** Curitiba, 1994. 59p. Tese (Concurso de Professor Titular de Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

ANEXO 1: TESTE DE TUKEY PARA A SOBREVIVÊNCIA DE ESTACAS DE ERVAMATE, EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.

PLANTAS	Nº REPET.	MÉDIAS	MED. (%)	MED.ORIG.	5%	1%
2	30	1,165291	23,305820	0,857903	a	A
1	30	1,005847	20,116940	0,511728	ab	AB
4	30	0,967807	19,356140	0,436651	abc	ABC
3	30	0,950932	19,018640	0,404271	abc	ABC
9	30	0,834394	16,687880	0,196213	bcd	BC
10	30	0,799885	15,997700	0,139816	bcd	BC
7	30	0,770750	15,415000	0,094056	cd	BC
5	30	0,741616	14,832320	0,049994	cd	C
6	30	0,741616	14,832320	0,049994	cd	C
8	30	0,707107	14,142140	0,000000	d	C

DENTRO DA COLUNA PLANTAS, OS CLONES NUMERADAS ESTÃO DISPOSTOS EM ORDEM DECRESCENTE, CONFORME OS RESULTADOS CONSTATADOS.

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO.

D.M.S. 5% = 0,22888 - D.M.S. 1% = 0,26384

ANEXO 2: REGRESSÃO POLINOMIAL PARA SOLUÇÕES DE AIB, DA VARIÁVEL
ESTACAS VIVAS, QUADRO DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSÃO LINEAR	1	1,2569103	1,2569103	15,85157	0,00026
REGRESSÃO QUADR.	1	0,4111854	0,4111854	5,18568	0,02225
DESVIOS DE REGR.	3	0,2952045	0,0984015	1,24099	0,29479
RESÍDUO	240	19,0301905	0,0792925		

AS EQUAÇÕES POLINOMIAIS OBTIDAS FORAM: $Y = 0,990993 - 0,0000134X$

$$Y = 1,033563 - 0,0000367X + 0,0000000 X^2$$

ANEXO 3: TESTE DE TUKEY PARA O ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE, EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.

PLANTA	Nº REPET.	MÉDIAS	MED.(%)	MED.ORIG.	5%	1%
3	30	1,120912	22,418240	0,756444	a	A
1	30	1,088968	21,779360	0,685852	a	A
4	30	1,011973	20,239460	0,524089	ab	AB
2	30	0,827889	16,557780	0,185400	bc	BC
8	30	0,805260	16,105200	0,148443	bc	BC
9	30	0,805260	16,105200	0,148443	bc	BC
7	30	0,793380	15,867600	0,129452	c	BC
5	30	0,741616	14,832320	0,049994	c	C
10	30	0,741616	14,832320	0,049994	c	C
6	30	0,707107	14,142140	0,000000	c	C

DENTRO DA COLUNA PLANTAS, OS CLONES NUMERADAS ESTÃO DISPOSTOS EM ORDEM DECRESCENTE, CONFORME OS RESULTADOS CONSTATADOS .

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO.

D.M.S. 5% = 0,21734 - D.M.S. 1% = 0,25054

ANEXO 4: TESTE DE TUKEY PARA A SOBREVIVÊNCIA E ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ERVA-MATE, EM DIFERENTES PLANTAS, AOS 120 DIAS.

NOME	NºREPET.	MÉDIAS	MED.(%)	MED.ORIG.	5%	1%
3	30	1,328969	26,579380	1,266159	a	A
1	30	1,321158	26,423160	1,245457	a	A
2	30	1,262351	25,247020	1,093529	a	A
4	30	1,244534	24,890680	1,048865	a	AB
9	30	0,927172	18,543440	0,359648	b	BC
7	30	0,851649	17,032980	0,225305	b	C
10	30	0,834394	16,687880	0,196213	b	C
8	30	0,805260	16,105200	0,148443	b	C
5	30	0,776125	15,522500	0,102370	b	C
6	30	0,741616	14,832320	0,049994	b	C

DENTRO DA COLUNA PLANTAS, OS CLONES NUMERADAS ESTÃO DISPOSTOS EM ORDEM DECRESCENTE, CONFORME OS RESULTADOS CONSTATADOS .

MÉDIAS SEGUIDAS POR LETRAS DISTINTAS DIFEREM ENTRE SI AO NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA INDICADO.

D.M.S. 5% = 0,28108 - D.M.S. 1% = 0,32401

ANEXO 5: REGRESSÃO POLINOMIAL PARA SOLUÇÕES DE AIB, DA VARIÁVEL
ESTACAS VIVAS E ENRAIZADAS, QUADRO DA ANÁLISE DE
VARIÂNCIA.

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
REGRESSÃO LINEAR	1	1,0781069	1,0781069	9,01540	0,00332
REGRESSÃO QUADR.	1	0,2404647	0,2404647	2,01083	0,15368
DESVIOS DE REGR.	3	0,1370850	0,0456950	0,38211	0,76932
RESÍDUO	240	28,7003964	0,1195850		

AS EQUAÇÕES POLINOMIAIS OBTIDAS FORAM: $Y = 1,122747 - 0,0000124 X$

$$Y = 1,155300 - 0,0000302 X + 0,0000000 X^2$$

ANEXO 6: LABORATÓRIO DE DENDROLOGIA DO DEPARTAMENTO DE
SILVICULTURA E MANEJO DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.

HERBÁRIO ESCOLA DE FLORESTAS DE CURITIBA - EFC

REGISTRO N°	PLANTA N°
6626	01
6627	02
6628	03
6629	04
6630	05
6631	06
6632	07
6633	08
6634	09
6635	10

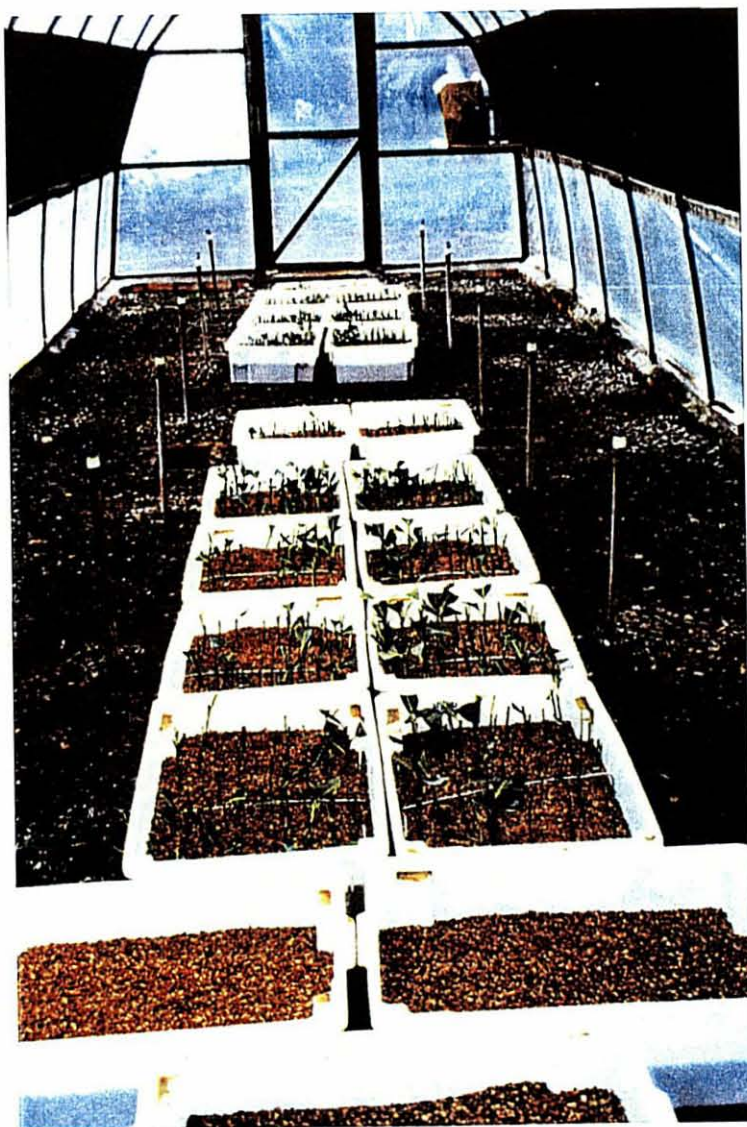
ANEXO 7: VISTA PARCIAL DA ÁREA DE COLETA; FLORESTA OMBRÓFILA MISTA
ALTERADA; MUNICÍPIO DE COLOMBO - PR.



ANEXO 8: COLETA DE MATERIAL PROPAGATIVO DE ÁRVORES ADULTAS DE ERVA-MATE.



ANEXO 9: EXPERIMENTO DE ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE ÁRVORES ADULTAS DE ERVA-MATE, IMPLANTADO NO VIVEIRO COBERTO TIPO TÚNEL. IAPAR - PÓLO REGIONAL DE PESQUISA DE CURITIBA.



ANEXO 10: ESTACAS VIVAS DE ERVA-MATE, SEM ENRAIZAMENTO E BROTAÇÃO, AOS 60 DIAS, APRESENTANDO DIFERENTES NÚMEROS DE SEMI-FOLHAS.



ANEXO 11: ESTACAS DE ERVA-MATE EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE ENRAIZAMENTO.

