JULIANY DE BITENCOURT

.

OTIMIZAÇÃO DO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE PLANTAS ADULTAS DE ERVA-MATE

Tese apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Doutor, pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Profa. Dra. Katia Christina Zuffellato-Ribas

Co-orientadores: Prof. Dr. Henrique Soares Koehler
Dr. Ivar Wendling

CURITIBA
2009

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

Dedico este trabalho à minha família,
por todo o amor e com todo o amor...

AGRADECIMENTOS

À professora Katia Christina Zuffellato-Ribas, pela orientação, apoio, amizade e por sempre me incentivar a crescer.

Ao Dr. Ivar Wendling, pela orientação, por todo auxílio prestado na realização deste trabalho e por acreditar que eu seria capaz de realizá-lo.

Ao professor Henrique Soares Koehler, por todo o auxílio na parte estatística, pela revisão dos abstracts.

À Embrapa Forestas, por disponibilizar recursos à realização deste trabalho.

À Baldo S.A. Comércio, Indústria e Exportação, por disponibilizar o apoio técnico necessário e recursos à realização deste trabalho. Ao Engenheiro Florestal Danilo Martins, pela ajuda no contato com o produtor para a disponibilização da área e pela preparação da mesma para a instalação dos experimentos.

Ao Sr. Leonardo Kruchelski, por disponibilizar tantas plantas para a realização dos experimentos de anelamento e decepa.

Aos funcionários da Embrapa Florestas, Vero, Joel, Nide e Harry, por toda a ajuda e apoio prestados durante a realização deste trabalho. Não tenho palavras para agradecer tamanha dedicação... Muito obrigada.

À minha grande amiga Bárbara, por estar presente e me ajudar em todas as instalações, avaliações e análise estatística dos experimentos. Por viajar comigo, tomar chuva no campo, ser picada por insetos gigantes e sempre me apoiar, independente da situação em que nos encontrávamos, isso sem falar nas incontáveis caronas...

Aos professores Luiz Antonio Biasi e Cícero Deschamps, pela participação no exame de qualificação e pelas excelentes sugestões para o trabalho.

À Lucimara Antunes, secretária do Programa de Pós-Graduação, sempre prestativa com os alunos.

Ao meu primo Tarcisio Luiz Zagato, pela revisão dos textos, pelos bons momentos de descontração e idas ao cinema.

Às minhas queridas amigas Vanessa, Samara e Anousca, pelo apoio, incentivo e por agüentar uma amiga neurótica durante os anos de realização deste trabalho.

Aos amigos do Curso de Pós-Graduação, pela convivência e troca de experiências. Em especial à Áurea Portes Ferriani, pelo auxílio durante a realização dos experimentos e pelas ótimas conversas e risadas.

A todos aqueles com os quais trabalhei, seja no shopping, seja na escola, por sempre terem compreendido a minha dedicação ao Curso e proporcionado condições para que eu pudesse conciliar o trabalho com o estudo.

À minha família, pelo apoio financeiro, emocional e por todo amor a mim dedicado. Por serem meu maior exemplo de dedicação, trabalho, caráter, força e dignidade. Por serem meu porto seguro e a certeza de que eu jamais estarei sozinha.

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“Hoje ando devagar porque já tive pressa
E levo esse sorriso porque já chorei demais
Cada um de nós compõe a sua história e
Cada ser em si carrega um dom de ser capaz
E ser feliz”

Almir Sater/Renato Teixeira

“O caminho que desce e o caminho
que sobe são o mesmo”

Heráclito

RESUMO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) é uma espécie nativa da América do Sul, com grande importância econômica, principalmente na região Sul do Brasil. A degradação dos ervais nativos traz a necessidade de resgate dos mesmos e a estaquia é uma alternativa à propagação desta espécie, uma vez que as sementes possuem germinação lenta e irregular. A recuperação da capacidade de enraizamento das estacas pode ser obtida por meio de técnicas de indução de brotações juvenis, entre elas o anelamento ou decepa do caule. O presente trabalho teve como objetivos verificar a influência do anelamento com aplicação do regulador vegetal benzil amino purina (BAP) e decepa com diferentes alturas de corte na emissão de brotações, assim como a capacidade de enraizamento das mesmas e a influência da aplicação da auxina sintética ácido indol butírico (IBA), em estacas coletadas de brotações de copa de plantas matrizes de 12 e mais de 80 anos de idade, nas quatro estações do ano. Para tanto, foram realizadas duas técnicas para a indução de brotações em árvores de erva-mate com 17 e mais de 80 anos de idade. A primeira técnica utilizada foi o anelamento do caule, o qual consistiu na retirada de um anel de casca e posterior tratamento da região do anelamento com BAP veiculado em pasta de vaselina, nas seguintes concentrações: 0, 150 e 300mg kg^{-1}. A segunda técnica utilizada foi a decepa do caule, sendo os tratamentos as diferentes alturas de corte: a 15, 30 e 60 cm do solo. Para as duas técnicas foram avaliadas a porcentagem de árvores/cepas brotadas, número, comprimento e diâmetro das brotações. Posteriormente, as brotações emitidas foram coletadas e utilizadas em estaquia, assim como brotações de copa de matrizes com 12 e mais de 80 anos de idade. As estacas foram confeccionadas com 12 cm de comprimento, duas folhas reduzidas pela metade, corte reto no ápice e bisel na base. Os tratamentos com regulador vegetal variaram entre 0 e 6000mg L^{-1} IBA em solução 50% alcoólica e o plantio foi realizado em caixas plásticas preenchidas com vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada na proporção de 1:1. Após 90 dias em casa-de-vegetação climatizada foram avaliadas a porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas com calos, vivas e mortas. As plantas mais jovens (17 e 12 anos) tiveram melhores resultados na emissão de brotações, chegando a 100%, e enraizamento de estacas das brotações de copa, chegando a 87,50%. O BAP não influenciou na emissão de brotações no anelamento e a decepa a 60 cm do solo proporcionou maior número e comprimento de brotações obtidas. Para brotações de copa, o IBA não otimizou a porcentagem de enraizamento e o verão foi a época menos favorável à estaquia. As estacas coletadas das brotações juvenis apresentaram taxas de enraizamento chegando a 88,75%, em brotações provenientes de anelamento de árvores de 17 anos, o que pode ser considerado bastante satisfatório para esta espécie.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, estaquia, anelamento, decepa, silvicultura clonal.

ABSTRACT: CUTTINGS ROOTING OF ADULT PLANTS OF ERVA-MATE

Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) is a native species from South America with great economic importance, mainly in South of Brazil. The degradation of its original sites brought the necessity of redeem the species and cutting is one of the techniques available, once its seed have slow and irregular germination. The recovery of the rooting capacity may be done by sprouting induction of rejuvenated sprouts through girdling or pruning. The present had as main objectives to evaluate the influence of girdling with application of the plant regulator benzyl amino purine (BAP), pruning at different heights, rooting capacity and the influence of indole butyric acid (IBA) in crown cuttings from trees of 12 years of age and 80 or more years of age at the four seasons of the year. Two techniques of sprouting induction were tested in erva-mate trees of 17 and 80 or more years of age. The fist technique used was girdling, consisting of taking out a ring with a chainsaw and the application of vaseline containing BAP concentrations (0, 150 e 300mg kg^{-1}) over the region exposed. The second technique was stumping at different heights (15, 30 and 60cm). For both techniques the percentage of sprouted trees, number, length and diameter of the sprouts were evaluated. Later the sprouts obtained by the use of the two induction techniques were collected and used to produce cuttings. The cutting had 12cm of length, with two reduced by half leaves with a bevel cut at the base. Treatments with plant regulator varied from 0 to 60000mg L^{-1}, into a 50% alcohol solution. The cuttings were planted in plastic containers filled with vermiculite and carbonized rice at 1:1 ratio. After 90 days at greenhouse environment, the percentage of cutting with roots, number of roots per cutting, length of the three largest roots by cuttings, percentage of cuttings alive, with callus and dead were evaluated. The youngest trees (17 and 12 years old) showed the best results for emission of sprouts (100%) and rooting of crown cutting (87.50%). The treatment with BAP did no influence the sprouting in girdling and the cut at 60 cm heights from the soil showed the best results in number and length of shoots. For cutting from crown shoots, the use of IBA did not increase the rooting percentage and the Summer was the less favorable season for adventitious rooting. Cutting from rejuvenated sprouts showed a rooting rate of 88.75%, for sprouts from 17 years old trees, which may be considered highly satisfactory for the species.

Key-words: *Ilex paraguariensis,* cutting, girdling, stump, clonal forestry

LISTA DE TABELAS

TABELA 01- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTOS DE ANELAMENTO REALIZADOS NO INVERNO/2006 E VERÃO/2007; EM ÁRVORES DE 17 E MAIS DE 80 ANOS DE IDADE E AVALIAÇÕES REALIZADAS AOS 6 E 12 MESES DAS INSTALAÇÕES; PARA DUAS CONDIÇÕES DE PODA DA PARTE AÉREA DAS MATRIZES..... 37

TABELA 02- RESULTADOS DAS MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTOS DE ANELAMENTO REALIZADOS NO INVERNO/2006 E VERÃO/2007; EM ÁRVORES DE 17 E MAIS DE 80 ANOS DE IDADE E AVALIAÇÕES REALIZADAS AOS 6 E 12 MESES DAS INSTALAÇÕES; PARA DUAS CONDIÇÕES DE PODA DA PARTE AÉREA DAS MATRIZES..... 40

TABELA 03- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 41

TABELA 04- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 42

TABELA 05- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 43

TABELA 06- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 44

TABELA 07- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 45

TABELA 08- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 46

TABELA 09- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 47

TABELA 10- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 48

TABELA 11- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 48

TABELA 12- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES 49

TABELA 13- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 50

TABELA 14- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 51

TABELA 15- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 52

TABELA 16- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES..... 53

TABELA 17- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 53

TABELA 18- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 54

TABELA 19- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES .. 55

TABELA 20- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 56

TABELA 21- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 56

TABELA 22- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES 57

TABELA 23- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 69

TABELA 24- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS PORCENTAGEM DE ESTACAS ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA, PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM ESTACAS PROVENIENTES DE BROTAÇÕES DE COPA E BROTAÇÕES BASAIS JUVENIS DE ERVA-MATE E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 100

TABELA 25- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; PARA ESTACAS COLETADAS DE BROTAÇÕES COM 6 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006, EM ÁRVORES DE 17 E 80 ANOS DE IDADE 117

TABELA 26- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; PARA ESTACAS COLETADAS DE BROTAÇÕES COM 6 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006 E VERÃO/2007, EM ÁRVORES DE 17 E 80 ANOS DE IDADE..... 117

TABELA 27- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 130

TABELA 28- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 132

TABELA 29- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 133

TABELA 30- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA (mm) DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 134

TABELA 31- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE COM CALOS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 134

TABELA 32- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE VIVAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 135

TABELA 33- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE MORTAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 136

TABELA 34- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE DECEPA REALIZADA EM ÁRVORES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE; PARA DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO DA DECEPA E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 137

TABELA 35- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA, PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE DECEPA REALIZADA EM ÁRVORES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE; PARA DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO DA DECEPA E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL 140

TABELA 36- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO VERÃO/2007 143

TABELA 37- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO VERÃO/2007 143

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 73

FIGURA 02- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 76

FIGURA 03- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA (mm) DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 80

FIGURA 04- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE COM CALOS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 84

FIGURA 05- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE VIVAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 87

FIGURA 06- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 90

FIGURA 07- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA AS VARIÁVEIS PORCENTAGEM DE ESTACAS ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS TRÊS MAIORES RAÍZES POR ESTACA, PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM ESTACAS PROVENIENTES DE BROTAÇÕES DE COPA E BROTAÇÕES BASAIS JUVENIS DE ERVA-MATE E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA 101

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 18
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 21
3 CAPÍTULO I: INDUÇÃO DA REBROTA DE ERVA-MATE PELAS TÉCNICAS DE ANELAMENTO E DECEPA
RESUMO 28
ABSTRACT 29
3.1 INTRODUÇÃO 30
3.2 MATERIAL E MÉTODOS 32
3.2.1 Influência da poda da parte aérea na emissão de brotações de árvores de erva-mate com anelamento 34
3.2.2 Anelamento de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizado no inverno/2006 para emissão de brotações 35
3.2.3 Anelamento de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizado em duas estações do ano para emissão de brotações 35
3.2.4 Decepa de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizada no inverno/2006 para emissão de brotações 35
3.2.5 Decepa de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizada em duas estações do ano para emissão de brotações 36
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 37
3.3.1 Influência da poda da parte aérea na emissão de brotações de árvores de erva-mate com anelamento 37
3.3.2 Anelamento de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizado no inverno/2006 para emissão de brotações 41
3.3.3 Anelamento de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizado em duas estações do ano para emissão de brotações 45
3.3.4 Decepa de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizada no inverno/2006 para emissão de brotações 49
3.3.5 Decepa de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizada em duas estações do ano para emissão de brotações 53
3.4 CONCLUSÕES 58
3.5 REFERÊNCIAS 59
4 CAPÍTULO II: ESTAQUIA DE ERVA-MATE NAS QUATRO ESTAÇÕES DO ANO
RESUMO 61
ABSTRACT 62
4.1 INTRODUÇÃO 63
4.2 MATERIAL E MÉTODOS 66
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 68
4.3.1 Porcentagem de enraizamento 70
4.3.2 Número de raízes por estaca 74
4.3.3 Comprimento das três maiores raízes por estaca 77
4.3.4 Porcentagem de estacas com calos 81
4.3.5 Porcentagem de estacas vivas 85
4.3.6 Porcentagem de estacas mortas 88
4.4 CONCLUSÕES 91
4.5 REFERÊNCIAS 92

5 CAPÍTULO III: ESTAQUIA DE BROTAÇÕES DO ANO E REBROTA DE DECEPA DE ERVA-MATE
RESUMO 95
ABSTRACT 96
5.1 INTRODUÇÃO 97
5.2 MATERIAL E MÉTODOS 99
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 100
5.4 CONCLUSÕES 104
5.5 REFERÊNCIAS 105
6 CAPÍTULO IV: ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 6 MESES DE IDADE PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA DE PLANTAS MATRIZES DE ERVA-MATE DE DUAS IDADES
RESUMO 107
ABSTRACT 108
6.1 INTRODUÇÃO 109
6.2 MATERIAL E MÉTODOS 111
6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 114
6.4 CONCLUSÕES 118
6.5 REFERÊNCIAS 119
7 CAPÍTULO V: ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA DE PLANTAS MATRIZES DE ERVA-MATE DE DUAS IDADES
RESUMO 121
ABSTRACT 122
7.1 INTRODUÇÃO 123
7.2 MATERIAL E MÉTODOS 125
7.2.1 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no inverno/2006 127
7.2.2 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de decepa realizada em árvores de mais de 80 anos 127
7.2.3 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no verão/2007 128
7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO 129
7.3.1 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no inverno/2006 129
7.3.2 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de decepa realizada em árvores de mais de 80 anos 136
7.3.3 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no verão/2007 141
7.4 CONCLUSÕES 144
7.5 REFERÊNCIAS 145
8 CONCLUSÕES GERAIS 147
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS 148
10 REFERÊNCIAS 151
ANEXOS 155

1 INTRODUÇÃO

A erva-mate é uma espécie nativa da América do Sul, que tem grande importância na economia do Estado do Paraná (LORENZI; MATOS, 2002; BONDARIK; KOVALESKI; PILATTI, 2006). Até pouco tempo atrás, os resultados das pesquisas com esta espécie não chegavam ao produtor no campo, de modo que o cultivo era realizado da maneira como este julgava ser a mais adequada, gerando uma grande quantidade de ervais degradados (MEDRADO *et al.*, 2002).

Outros fatores que levam à degradação dos plantios de erva-mate são as colheitas sucessivas, podas mal realizadas e até mesmo ao envelhecimento natural das plantas. Uma das maneiras de se recuperar um erval é realizando a poda de recuperação, porém em alguns casos, é necessário que se realize o replantio das mudas (MEDRADO, 2005).

A produção de mudas de erva-mate por meio de sementes é um processo difícil, uma vez que a taxa de germinação é baixa. Outro agravante desta técnica é a geração de plantios heterogêneos. Sendo assim, uma alternativa seria a propagação vegetativa da espécie (CARVALHO, 1994; STURION *et al*., 1999).

A estaquia é uma técnica largamente utilizada na propagação vegetativa (HARTMANN *et al*., 2002), porém a capacidade de emissão de raízes tende a diminuir com a maturação (DIAZ-SALA *et al*., 1996). Brotações obtidas por meio de anelamento de caule, poda drástica, aplicação de reguladores vegetais ou injúrias mecânicas ao caule apresentam características morfológicas e fisiológicas de plantas juvenis, importantes na recuperação da capacidade do enraizamento adventício. Um modelo de propagação utilizando propágulos obtidos deste tipo de brotações já é conhecido para algumas espécies de *Eucalyptus* e macieiras (ASSIS; TEIXEIRA, 1998; ALFENAS *et al*., 2004). WENDLING, DUTRA e GROSSI (2007) apontam a falta de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto como um dos fatores limitantes à propagação vegetativa comercial por meio de estaquia de erva-mate.

A intensa exploração dos ervais nativos somada ao aumento da demanda pelo produto gerou uma grande quantidade de plantios de erva-mate sem seleção das sementes. Essa prática levou à intensificação do sabor amargo das infusões e por isso a indústria tem preferência por erva-mate nativa, considerada menos amarga (CANSIAN *et al*., 2003), o que traz a necessidade de resgatar ervais nativos

antigos e degradados e, a partir deles, produzir mudas destas matrizes, muitas vezes deterioradas e de idade avançada.

A partir dessa necessidade, o presente trabalho foi elaborado em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) – Embrapa Florestas, localizada em Colombo – PR e a Baldo S.A., empresa produtora de erva-mate, localizada em São Mateus do Sul – PR. Inicialmente foram instalados experimentos de anelamento e decepa, durante o inverno de 2006, em duas áreas: a primeira delas localizada em São Mateus do Sul – PR, um erval nativo, pertencente a um produtor local, com plantas de mais de 80 anos de idade, que seria erradicado. A segunda área de instalação estava localizada em Colombo – PR, dentro da Embrapa, um plantio, com árvores de 17 anos de idade. No verão de 2007, uma duplicata destes experimentos foi realizada na área localizada em São Mateus do Sul – PR e o mesmo não foi realizado em Colombo – PR porque não havia árvores suficientes à instalação de um novo experimento naquele local.

A partir das brotações obtidas destes procedimentos, foram realizados experimentos de estaquia, a fim de verificar a possibilidade de propagar vegetativamente estas matrizes, assim como resgatar genótipos considerados perdidos devido à idade avançada das plantas. Concomitantemente, foram instalados experimentos de estaquia de brotações de copa de árvores de erva-mate com duas idades diferentes, nas quatro estações do ano, entre 2006 e 2007. A primeira área de coleta estava localizada em Bocaiúva do Sul – PR, um plantio com plantas matrizes de 12 anos de idade. A segunda área estava localizada em Colombo – PR, com árvores nativas de mais de 80 anos de idade.

A idade das árvores com “mais de 80 anos” é mencionada desta maneira, pois os proprietários das duas áreas de coleta não sabiam ao certo a idade das plantas, sendo que a única certeza era a de que tinham “mais de” 80 anos de idade, o que foi considerado satisfatório para os objetivos do trabalho que visava comparar o desempenho de plantas mais jovens contra o das mais velhas nos experimentos propostos.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivos verificar:

● A influência do anelamento com diferentes concentrações de benzil amino purina (BAP) e decepa com diferentes alturas de corte, assim como a época de realização

das técnicas e idade das plantas matrizes na emissão de brotações em plantas de erva-mate;

● A influência da idade da planta matriz, a aplicação de ácido indol butírico (IBA) e a coleta do material vegetal em diferentes estações do ano no enraizamento de estacas de erva-mate;

● A capacidade de enraizamento das brotações juvenis obtidas por meio do anelamento e decepa.

O corpo do trabalho foi organizado em capítulos para facilitar a compreensão dos resultados obtidos. Inicialmente estão apresentados os dados referentes à emissão de brotações, seguidos dos dados obtidos com a estaquia de brotações de copa e, posteriormente, os resultados da estaquia das brotações obtidas por meio das técnicas de anelamento e decepa.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ilex paraguariensis (Aquifoliaceae) é também conhecida como erva-mate, mate, erveira, congonha, erva-congonha ou erva-verdadeira. A árvore pode chegar a 20m de altura, com copa densa e fuste curto. É perenifólia, tem folhas verde-escuras, duras e oblongas, é dióica e os frutos são vermelhos (BACKES; IRGANG, 2002; LORENZI, 2002).

É uma espécie nativa da América do Sul e, no Brasil, ocorre nos Estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e nos três Estados da região Sul. É característica da Floresta Ombrófila Mista Montana – Floresta com Araucária – e tolerante à sombra (CARVALHO, 2003)

Suas folhas são utilizadas no preparo do “mate”, um chá bastante consumido no país e exportado para todo o mundo (LORENZI, 2002). No Rio Grande do Sul, o consumo da infusão quente – chimarrão – é um importante costume ritualístico e cultural, cujo preparo, com cuia e bomba, já possui inclusive literatura especializada. Além disso, a erva-mate é a árvore símbolo do Estado (BACKES; IRGANG, 2002). A indústria ervateira também teve um papel importante na constituição da economia paranaense (BONDARIK; KOVALESKI; PILATTI, 2006) e movimenta atualmente cerca de 87,6 milhões de reais (IBGE, 2007b).

A região Sul do Brasil tem a erva-mate como o principal item do extrativismo vegetal não madeireiro, concentrando 99,8% da produção nacional. Mais de 225 mil toneladas de folhas foram colhidas em 2007, e a produção paranaense foi de 156.444 toneladas, representando 69,3% do total nacional. A seguir vieram Santa Catarina com 40.559 toneladas e Rio Grande do Sul com 28.603 toneladas. O município de maior produção foi São Mateus do Sul, no Paraná, com 31.500 toneladas, ou seja, 13,9% do total nacional. Dentre os 20 municípios de maior produção de erva-mate no Brasil, 15 são paranaenses (IBGE, 2007b).

Para a erva-mate plantada os dados são diferentes, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor nacional com 259.317 toneladas produzidas no ano de 2007, contra 136.266 toneladas produzidas no Paraná. Somando a produção nacional de erva-mate nativa e plantada, o Brasil produziu 664.431 toneladas no ano de 2007, num total de mais de 231 milhões de reais (IBGE, 2007a)

A principal forma de consumo da erva-mate se dá como chá e chimarrão, mas a espécie apresenta um vasto campo de aplicação industrial, como em

produtos de higiene, alimentos e medicamentos (MAZUCHOWSKI, 1997). O resíduo do beneficiamento das folhas tem sido estudado e há diversas possibilidades de utilização, como na produção de painéis de aglomerado (GUIOTOKU *et al*., 2008); como cobertura morta (LOURENÇO *et al*., 2001) ou na produção de carvão vegetal, com objetivo de remover contaminantes orgânicos em meio aquoso (GONÇALVES *et al*., 2007).

Segundo MALINOVSKI *et al*. (2006), a erva-mate é a espécie florestal mais aconselhada para que o produtor tenha uma receita extra na propriedade, já que esta cultura se mostra economicamente rentável. Um erval bem conduzido pode produzir por tempo indeterminado e há notícias de erveiras em produção por mais de cem anos (CARVALHO, 2003). Outro fator importante relacionado à erva-mate é que seu plantio promove a fixação do homem na zona rural, pois é uma cultura permanente e sua colheita ocorre justamente na entressafra de produtos agrícolas como o feijão e o milho, criando mercado de trabalho e receita adicional neste período (COSTA, 1989).

Entretanto, MEDRADO *et al*. (2002) afirmam que até pouco tempo atrás, o efeito dos resultados de pesquisas com erva-mate era incipiente na produção da espécie, a qual era realizada de acordo com o que o produtor acreditava ser o mais correto. Desta forma, a distância entre o conhecimento gerado e os sistemas efetivamente utilizados nos plantios originou uma grande quantidade de ervais degradados, além do mito de que a competência técnica brasileira era inferior à argentina, em razão da maior produtividade dos ervais daquele país.

No Brasil existem muitos ervais degradados, em conseqüência de podas mal realizadas, colheitas sucessivas e até mesmo ao envelhecimento natural das plantas; casos nos quais se recomenda a renovação por meio de poda dos ramos mais danificados ou até mesmo a renovação total do erval (MEDRADO, 2005). Outra causa da degradação de ervais no Brasil é o plantio com mudas de qualidade inferior. O melhor insumo para o estabelecimento de um plantio de erva-mate é a utilização de mudas de boa qualidade. A degradação devido à baixa qualidade das mudas é um dos efeitos mais difíceis de corrigir. Não há como corrigir casos de enovelamento das raízes, de modo que um novo plantio deve ser estabelecido (MEDRADO *et al*., 2002). Deve-se considerar também o fato de que o custo de recuperação de um erval degradado é maior do que a implantação de um novo

plantio, motivo pelo qual muitos produtores preferem a segunda opção (MEDRADO, 2005).

MEDRADO *et al*. (2000), consideram como principal fator de limitação ao incentivo à atividade ervateira, a disponibilidade de sementes de boa qualidade, quer pela escassez de matrizes de boa qualidade, quer pelo baixo percentual de germinação. STURION *et al*. (1999) já apontavam que a maior parte das sementes destinadas ao plantio de erva-mate provinham de ervais nativos ou plantados sem qualquer tipo de seleção, gerando crescimento heterogêneo e reflexos negativos no produto final. Além disso, segundo FOWLER e STURION (2000), apenas 0,9% das sementes apresentam embrião maduro, o que torna a germinação baixa e desuniforme ao longo do tempo.

MENEGUETI *et al*. (2004), em experimento utilizando sementes de erva-mate, verificaram a ocorrência de germinação das sementes após o quinto mês de estratificação em germinador. Porém, o mesmo tratamento que apresentou germinação foi aquele com maior mortalidade de sementes, o que mostra a dificuldade de propagação da espécie por meio da reprodução sexuada. CARVALHO (1994) aponta a propagação vegetativa como uma alternativa à produção de mudas desta espécie.

A estaquia é uma das técnicas mais importantes da propagação vegetativa e a formação de raízes adventícias é o principal requisito para o sucesso desta técnica. No entanto, muitas espécies não apresentam capacidade de enraizamento, o que limita a produção de mudas das mesmas (HARTMANN *et al*., 2002).

O processo de estaquia não se limita ao ato de remover um ramo da planta matriz e colocá-lo num substrato para o enraizamento. Isto pode definir o processo de uma forma geral, mas há muitos aspectos envolvidos que influenciam no resultado de enraizamento ou não da estaca. A idade da planta matriz e o local do ramo onde foi coletada a estaca, por exemplo, podem influenciar drasticamente no resultado do enraizamento (NAU, 1996). Da mesma forma, fatores como o vigor da planta matriz, idade dos ramos coletados, presença de co-fatores endógenos, relação carboidrato/nitrogênio, substâncias reguladoras vegetais também podem influenciar no processo de formação de raízes em estacas (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001; WACHOWICZ; CARVALHO, 2002). Ramos mais jovens tendem a enraizar com maior facilidade, assim como ramos retirados de plantas em bom estado nutricional, com grande quantidade de carboidratos, que serão os

fornecedores da energia necessária ao desenvolvimento das raízes (HARTAMNN *et al*., 2002).

HARTMANN *et al*. (2002), descrevem de maneira resumida a formação de raízes adventícias na seguinte sequência: células em locais específicos sofrem desdiferenciação, tornado-se “competentes”. Estas células sofrem indução e se rediferenciam iniciando a formação de uma raiz, que se desenvolverá, crescendo e emergindo da estaca. Como a formação de uma raiz adventícia envolve uma série de etapas, o problema na indução do enraizamento pode estar relacionado a diversos fatores. Muitas vezes há desdiferenciação e multiplicação das células, resultando em um calo, mas as raízes podem ou não se desenvolver a partir deste calo. Em outros casos, as células não sofrem desdiferenciação, sem formar calos nem raízes. Há ainda a possibilidade de um anel de fibras se tornar uma barreira mecânica à emergência das raízes, o que impede o enraizamento propriamente dito.

No que tange à seleção de material adulto, RESENDE *et al*. (2000) afirmam que a escolha de matrizes para a propagação clonal era baseada em características como adaptação, produção de massa verde, resistência a pragas e doenças, etc. Na mesma publicação estes autores já previam que, num futuro próximo, a qualidade dos produtos gerados a partir daquelas matrizes seria um fator importante na seleção das mesmas para programas de melhoramento. Da mesma forma, COSTA *et al*. (2005) afirmam que os programas de melhoramento em breve considerarão as características associadas aos produtos que utilizam a erva-mate como matéria prima, além das características silviculturais.

Neste sentido, MACHADO *et al*. (2007) afirmam que ainda não há padrões de qualidade estabelecidos para a erva-mate e, devido ao crescimento de mercado é importante que a indústria ervateira conheça o que o consumidor considera um produto de qualidade e quais fatores deverá controlar. Este conhecimento poderá auxiliar a indústria na obtenção de um produto com maior valor agregado, assim como pode guiar os produtores nesta mesma direção.

MEDRADO e MOSELLE (2004) afirmam que não há diferença de produtividade entre indivíduos masculinos e femininos de erva-mate, porém o sabor certamente é influenciado pelo sexo da planta. Assim que se contar com protocolos seguros de propagação vegetativa, um dos estudos a ser realizado é a comparação entre plantios de machos e fêmeas quanto à qualidade da bebida produzida.

RAKOCEVIC *et al*. (2007) observaram que a bebida preparada com folhas provenientes de plantas femininas é mais amarga do que aquela em que se utilizam folhas de plantas masculinas, de sabor mais suave. Os autores sugerem que a masculinização do erval pode ser uma alternativa no caminho de produzir matéria prima com sabor mais suave, se essa for a exigência de mercado. Neste caso, a propagação vegetativa se torna indispensável, devido à necessidade de conhecimento do sexo das mudas produzidas, o que não é possível na propagação por meio de sementes.

Quanto à micropropagação da espécie, DUTRA, HANSEL e WENDLING (2008) realizaram diversos experimentos visando o estabelecimento de explantes de erva-mate *in vitro*, porém, consideraram os resultados obtidos até o presente momento inconclusivos. Os autores consideram a multiplicação *in vitro* ainda inviável, ressaltando a dificuldade de propagação vegetativa da erva-mate.

BRONDANI *et al*. (2009), afirmam que a estaquia da erva-mate, além de ser uma alternativa à produção de mudas, é importante em termos de melhoramento e preservação, no que diz respeito ao resgate de genótipos adultos selecionados em campo. Além disso, os autores salientam que a estaquia de plantas adultas é um pré-requisito no emprego da miniestaquia a partir de minijardins clonais. Neste sentido, WENDLING, DUTRA e GROSSI (2007), em trabalho para avaliar a viabilidade do sistema semi-hidropônico para a condução de minicepas de erva-mate, obtiveram resultados positivos, com 95,6% de sobrevivência das minicepas e 85,6% de sobrevivência das mudas. Os autores evidenciaram que esta técnica viabiliza a produção de miniestacas em escala comercial devido às boas taxas de sobrevivência tanto das minicepas quanto das miniestacas coletadas. No entanto, os mesmos apontam como fator limitante à propagação vegetativa comercial de erva-mate, a falta de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto. As mudas utilizadas para o estabelecimento do minijardim clonal, neste caso, vieram de sementes.

A possibilidade de resgate de material adulto, por meio de estaquia de brotações rejuvenescidas, é uma alternativa para se estabelecer jardins clonais com matrizes selecionadas, mesmo que estas já estejam na maturidade. Outro aspecto interessante foi relatado por QUADROS (2009), que observou que estacas de erva-mate provenientes de matrizes propagadas também por meio de estaquia

apresentaram maiores taxas de enraizamento do que aquelas coletadas de matrizes oriundas de sementes (80,1% contra 34,1% de enraizamento, respectivamente).

A idade fisiológica de uma árvore pode ser diferente da idade cronológica, por motivos relacionados ao ambiente ou práticas culturais. A maioria das mudanças associadas à maturação são difíceis de reverter (MENZIES *et al*., 2000)

A transição da fase vegetativa para a reprodutiva é uma fase do ciclo de vida das plantas composta de diversos processos (METZGER, 1995), sendo que a perda da capacidade de formar raízes é um dos principais efeitos da maturação (DIAZ-SALA *et al*., 1996), o que é um problema a ser considerado, uma vez que em muitos casos as características desejadas na propagação não são expressas antes das plantas terem alcançado a maturidade (DAVIES JUNIOR, 1984). É importante lembrar que a maturação não necessariamente significa que a planta entre no processo de florescimento. Outras características morfológicas podem diferir da fase adulta para a juvenil, como o formato e espessura das folhas, a filotaxia e a capacidade de enraizamento de estacas, por exemplo (METZGER, 1995).

De acordo com SAND (1989), a erva-mate perde sua juvenilidade com cerca de 3 anos de idade, apresentando dificuldades no enraizamento a partir desta idade, apesar de ainda não ter entrado em florescimento. A reversão do estado adulto para o juvenil, isto é, rejuvenescimento, pode ser alcançado por meio de técnicas especiais: mecanicamente, com curvamento ou poda, ou quimicamente, com aplicação de citocininas ou giberelinas exógenas. Usando essas técnicas, pode-se induzir o crescimento de brotos juvenis a partir de gemas axilares latentes em plantas adultas (YOUSSEF, 1993). Resultados obtidos com *Acacia mearnsii* confirmam a potencialidade da decepa como método para a obtenção de material juvenil, dentro de programas de melhoramento (PERRANDO; CORDER, 2006).

Segundo HARTMANN *et al*. (2002), a maior juvenilidade da região basal das plantas se dá devido aos meristemas mais próximos da base terem sido formados em épocas mais próximas à germinação, o que permitiu o modelo básico de propagação para algumas espécies de *Eucalyptus* e macieiras, o qual se baseia na obtenção de propágulos juvenis da base das plantas, com características fisiológicas importantes na recuperação da capacidade de emissão de raízes (ASSIS; TEIXEIRA, 1998; ALFENAS *et al*., 2004).

As auxinas estimulam a divisão celular e o processo de indução do enraizamento é dependente de sua presença, seja ela endógena ou exógena. O

ácido indolacético (IAA) é a auxina natural de maior ocorrência, enquanto o ácido indol butírico (IBA) é encontrado em menores quantidades. A biossíntese desses hormônios se dá principalmente em tecidos em plena divisão celular e a degradação ocorre por meio enzimático ou por foto-oxidação (HARTMANN *et al*., 2002; TAIZ; ZEIGER, 2006).

As citocininas são hormônios vegetais derivados da adenina que participam do processo de divisão celular, estimulando o crescimento das plantas, promovendo o crescimento de gemas laterais e desenvolvimento de brotos. Além disso, este grupo hormonal exerce influência no transporte de nutrientes, sendo que tecidos tratados com citocininas tendem a acumular maior quantidade de açúcares e aminoácidos. Sua síntese ocorre no ápice das raízes e seu transporte é feito através do xilema, da raiz para a parte aérea da planta (DAVIES, 1995; TAIZ; ZEIGER, 2006). A principal citocinina de ocorrência natural é a zeatina e a principal citocinina sintética é a benzil amino purina (BAP) (CASTRO; VIEIRA, 2001).

Juntamente com as auxinas, as citocininas estimulam o processo de divisão celular e o balanço auxina/citocinina determina a formação de raízes ou brotações em processos de propagação vegetativa. As citocininas estimulam o desenvolvimento das gemas axilares (KRIKORIAN, 1995). De maneira geral, uma alta relação auxina/citocinina favorece a formação de raízes adventícias, enquanto uma alta relação citocinina/auxina favorece a formação de brotações (HARTMANN *et al*., 2002). TAIZ e ZEIGER (2006) afirmam que mutantes não produtores de auxinas e citocininas não são encontrados sugerindo que esta mutação é letal para as plantas, evidenciando a importância destes dois grupos hormonais.

3 CAPÍTULO I:

INDUÇÃO DA REBROTA DE ERVA-MATE PELAS TÉCNICAS DE ANELAMENTO E DECEPA

RESUMO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma espécie arbórea, nativa da América do Sul e largamente consumida na forma de chá. A poda de recuperação é utilizada em erveiras debilitadas para a retomada do vigor vegetativo. O anelamento também pode ser utilizado para estimular a emissão de brotações. O presente trabalho teve como objetivos verificar a influência do anelamento em combinação com a aplicação de diferentes concentrações de benzil amino purina (BAP) e de decepa em diferentes alturas na emissão de brotações por matrizes de erva-mate de 17 e mais de 80 anos de idade, no inverno/2006 e verão/2007. O anelamento foi realizado com motosserra a uma altura de 30 cm do solo, seguido do tratamento com BAP, veiculado em pasta de vaselina, nas seguintes concentrações: 0, 150 e 300mg kg^{-1}. A decepa foi realizada também com motosserra, sendo os tratamentos três alturas de corte: 15, 30 e 60 cm do solo. Após 6 e 12 meses da instalação foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de matrizes brotadas, número de brotações por árvore (ou cepa), comprimento e diâmetro das brotações. Os resultados obtidos mostram que a erva-mate tem boa capacidade de brotação, para as duas técnicas utilizadas. A eficiência na emissão de novos brotos no anelamento é influenciada pela idade da planta matriz e pela estação do ano. Os melhores resultados foram obtidos no inverno/2006 e com matrizes de 17 anos de idade, chegando a 95,84% de brotação. Na decepa, não foi observada influência da época de instalação na porcentagem de brotação, mas a idade da matriz e a altura do corte foram significativos para esta variável. Os melhores resultados foram obtidos com matrizes de 17 anos e altura de corte a 60 cm do solo.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis,* cepa, brotação, benzil amino purina (BAP)

ABSTRACT: Regrowth induction for "erva-mate" by girdling and stump techniques

"Erva-mate" (*Ilex paraguariensis*) is a tree species, native from South America widely consumed as an infusion. The recovery pruning is used in debilitated plants for return their vegetative vigor. The girdling is widely used in fruits crops, but also can be used to increase sprouting in other species. The present work aimed verify the influence of girdling combined with different concentrations of benzyl amino purine (BAP) and different pruning heights, in shoots emission for 17 and 80 years old trees, during the Winter/2006 and Summer/2007. The girdling was carried with chainsaw at 30 cm height and received plant regulator BAP treatment, in vaseline with 0, 150 and 300mg kg^{-1}concentrations. The cut of stem, with chainsaw, was made at 15, 30 and 60 cm heights from the soil. After six and twelve months of the installation, the percentage of sprouting trees, number of shoots per tree (or stump), length and diameter of the shoots were evaluated. The results showed that "erva-mate" has good ability to sprouting with the two techniques used. The efficiency to new shoots emission in girdling was influenced by the age of the mature tree and by the season of the year. The best results were obtained during the Winter for 17 years old trees, reaching sprouting of 95.84%. In cut the time of installation did not presented influence over sprouting percentage, but the age of mature trees and height of cut were significant for this variable. The best results were obtained for 17 years old trees and cut at 60 cm height.

Key-words: *Ilex paraguariensis*, stump, sprouting, benzyl amino purine (BAP).

3.1 INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis St. Hill. (Aquifoliaceae), também conhecida como erva-mate, é uma espécie arbórea que pode chegar a 20 metros de altura. É dióica, tem folhas verde escuras, flores brancas em fascículos axilares e frutos avermelhados do tipo drupa. É nativa da América do Sul e tem grande importância econômica, uma vez que suas folhas são utilizadas na medicina e largamente consumidas na forma de chá (LORENZI; MATOS, 2002). A erva-mate teve grande influência na economia paranaense e seu ciclo foi tão próspero e importante que possibilitou a emancipação política do Paraná da Província de São Paulo, em 1853 (MAZUCHOWSKI, 2000).

MEDRADO *et al*. (2002) afirmam que diversos fatores podem contribuir para a degradação de um erval, como competição por mato, ataque de pragas, compactação do solo, esgotamento de nutrientes no solo, podas mal feitas, colheitas sucessivas, adversidades climáticas e envelhecimento natural. A poda de recuperação consiste no corte do tronco da erveira, prática esta recomendada para as árvores que produzem poucos galhos e folhas, cuja rebrota normalmente é boa (MAZUCHOWSKI, 1988).

De acordo com CARVALHO (2003), a erva-mate é uma espécie que brota da touça após o corte, que pode ser rente ao solo ou mais elevado. MEDRADO *et al*. (2002) afirmam que a poda de recuperação é uma das principais ferramentas na recuperação de ervais degradados, e deve ser realizada entre os meses de julho a agosto, quando a planta está em repouso fisiológico. Além disso, os autores afirmam que o anelamento pode ser realizado antes da poda de recuperação do erval, forçando a emissão de brotações antes de se realizar o rebaixamento das plantas. Tradicionalmente, a técnica do anelamento é bastante utilizada na fruticultura, com objetivo de melhorar a qualidade dos frutos e antecipar a colheita (SARTORI; ILHA, 2005).

De acordo com SANTIN *et al*. (2008), o anelamento propicia um decréscimo momentâneo na relação auxina/citocinina na região inferior ao anelamento, o que pode ser responsável pela emissão das brotações. Além do anelamento, pode-se obter brotações das bases das plantas, por meio de injúrias mecânicas às raízes, poda drástica ou aplicação de reguladores vegetais (ASSIS; TEIXEIRA, 1998).

O balanço auxina/citocinina determina a formação de raízes ou brotações em processos de propagação vegetativa (HARTMANN *et al.*, 2002), de modo que

maior quantidade de auxina estimula a formação de raízes enquanto maior quantidade de citocinina estimula a emissão de brotações (TAIZ; ZEIGER, 2009). A benzil amino purina (BAP) é uma citocinina sintética utilizada para estimular a emissão de brotações em micropropagação de diversas espécies, entre elas *Acacia mearnsii* (BORGES JÚNIOR; SOBORSA; MARTINS-CODER, 2004), *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) (RIBAS *et al*., 2005), Eucalyptus (BRONDANI, *et al.*, 2009) e erva-mate (ZANIOLO; ZANETTE, 2001).

RIBEIRO *et al.* (1992) utilizou BAP em combinação com anelamento de árvores de *Eucalyptus* na indução da brotação de cepas. Os melhores resultados observados pelos autores foram aqueles sem anelamento ou com anelamento parcial do tronco combinados com aplicação de 250ppm de BAP, chegando a 80% de brotação das cepas. SANTIN *et al*. (2008), em experimento realizado com anelamento de erva-mate, observou que após 270 dias da instalação não foram observadas mortes das plantas, fato este de grande importância, uma vez que a sobrevivência e produtividade das erveiras após a realização de qualquer técnica de resgate é fundamental à recuperação de ervais degradados.

A utilização de brotos juvenis provenientes da brota da touça após o corte ou anelamento do caule pode ser uma alternativa à otimização de diferentes técnicas de propagação, como a estaquia ou a enxertia. DOMINGOS e WENDLING (2006), em experimento com enxertia de erva-mate, observaram que os enxertos apresentaram bom vigor de crescimento aos 120 dias da instalação da enxertia, sinalizando para o potencial da técnica na troca de material genético diretamente a campo, permitindo a padronização da produção de matéria-prima de qualidade. Porém, segundo os mesmos autores, a idade avançada dos enxertos pode ter afetado o percentual de pegamento, de modo que a técnica pode ser melhorada a partir da utilização de brotos fisiologicamente juvenis.

Sendo assim, os objetivos do presente trabalho foram verificar a influência do anelamento com diferentes concentrações de benzil amino purina (BAP) e de poda em diferentes alturas na emissão de brotações por matrizes de erva-mate de duas idades e em duas estações do ano.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas áreas de plantio; a primeira delas localizada na Embrapa Florestas, em Colombo – PR, com árvores de 17 anos de idade e a outra localizada em São Mateus do Sul – PR, pertencente a um produtor local, com árvores de mais de 80 anos de idade. Nos dois locais, a instalação do experimento foi realizada com a mesma metodologia.

Na área localizada em São Mateus do Sul – PR foram instalados experimentos durante o inverno de 2006 e verão de 2007. As árvores utilizadas foram previamente marcadas e cerca de 30 dias antes da instalação do experimento foi aplicado glifosato (concentração de 1%), herbicida de amplo espectro, ao redor das mesmas. Foram utilizados 20 litros de solução para 108 árvores (aproximadamente 0,185 litro por árvore). Já na área localizada em Colombo – PR foi instalado um experimento apenas no inverno de 2006, pela falta de árvores disponíveis para a realização de uma duplicata no verão. Neste local, não houve necessidade de aplicação de herbicida.

O anelamento consistiu na retirada de um anel da casca de cerca de 1,5 cm de largura ao redor do tronco, sem danificar o lenho, a uma altura de 30 cm do solo, com o auxílio de uma motosserra. Após a retirada da casca foi aplicada pasta de vaselina no local, com um pincel, constituindo os tratamentos (T) com diferentes concentrações da citocinina benzil amino purina (BAP) :

- T1: 0 mg kg^{-1} BAP;
- T2: 150 mg kg^{-1} BAP;
- T3: 300 mg kg^{-1} BAP.

Este processo foi realizado em dois grupos de árvores, de modo que no primeiro grupo foi realizada poda de cerca de 90% da parte aérea, enquanto no segundo grupo não foi realizada a poda, mantendo 100% da copa.

As árvores foram marcadas com placas de identificação feitas de alumínio, presas com arame, contendo o tratamento, número do bloco, número da árvore e se esta foi podada ou não, de maneira que cada uma foi identificada individualmente.

Foi preparado 1kg de pasta de vaselina para cada tratamento, por época de instalação. A pasta foi pesada e levemente aquecida para a incorporação do BAP (previamente pesado, de acordo com a concentração de cada tratamento). O

preparo foi realizado um dia antes da aplicação no campo e 1kg de pasta de vaselina foi suficiente para aplicação em 48 árvores.

A decepa foi realizada com motosserra, sem aplicação de qualquer produto na cepa após o corte da árvore. Os tratamentos (T) foram diferentes alturas de corte:

- T1: 15 cm;
- T2: 30 cm;
- T3: 60 cm.

Após o corte, as cepas foram devidamente marcadas da mesma forma já descrita para o anelamento.

O experimento foi avaliado em dois momentos, o primeiro após 6 meses da instalação e o segundo após 12 meses da instalação. As variáveis analisadas foram as seguintes:

- porcentagem de árvores brotadas (consideradas brotações ≥ 0,5 cm de comprimento);
- número de brotações por árvore/cepa;
- comprimento das brotações (em cm);
- diâmetro das brotações (em cm), medido a cerca de 5 cm da base da brotação;
- sobrevivência das matrizes.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Inicialmente, as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste de F. Quando os resultados revelaram existir diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados cuja análise envolvia comparação entre materiais de duas idades, provenientes de dois locais diferentes, foram submetidos à análise de co-variância, utilizando a idade como co-variável. Esse procedimento foi utilizado para verificar se as médias das variáveis dependentes analisadas necessitam de ajuste para as diferenças de idade existentes nos conjuntos de dados correspondentes. A análise de co-variância revelou que a idade das plantas não influencia estatisticamente os resultados das variáveis analisadas, ao nível de 95% de probabilidade, não necessitando ajuste para o esse fator.

A primeira análise foi realizada para verificar a influência da poda da parte aérea na indução de brotações em árvores de erva-mate que sofreram anelamento. Como a análise estatística provou que não há diferença entre podar ou não a parte aérea na indução da brotação de árvores de erva-mate, os dados de anelamento foram analisados considerando-se apenas os três tratamentos com BAP. Quanto à poda da parte aérea, foram calculadas as médias dos dois tratamentos (com e sem poda) e a partir dessas médias foram realizadas as demais análises.

3.2.1 Influência da poda da parte aérea na emissão de brotações de árvores de erva-mate com anelamento

Para verificar a influência da poda da parte aérea na emissão de brotações em árvores de erva-mate aneladas, os dados foram comparados para cada idade de planta matriz, época de instalação e época de avaliação dos experimentos, separadamente. Foram considerados sempre dois tratamentos (T):

- T1: árvores com poda da parte aérea;
- T2: árvores sem poda da parte aérea.

As análises foram realizadas da seguinte forma:

Época de instalação	Idade planta matriz	Época de avaliação	Análise
Inverno/2006	17 anos	6 meses da instalação	1
		12 meses da instalação	2
	Mais de 80 anos	6 meses da instalação	3
		12 meses da instalação	4
Verão/2007	Mais de 80 anos	6 meses da instalação	5
		12 meses da instalação	6

3.2.2 Anelamento de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizado no inverno/2006 para emissão de brotações

Foram comparados os dados obtidos por meio do anelamento realizado em árvores de 17 anos, localizadas em Colombo – PR; e árvores de mais de 80 anos, localizadas em São Mateus do Sul – PR.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas, com arranjo fatorial de 2 idades de plantas matrizes, 3 concentrações de BAP e 2 avaliações (2 x 3 x 2), com 4 repetições de 6 árvores por unidade experimental.

3.2.3 Anelamento de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizado em duas estações do ano para emissão de brotações

Foram comparados os dados obtidos por meio do anelamento realizado em árvores de mais de 80 anos de idade, localizadas em São Mateus do Sul – PR, no inverno/2006 e verão/2007.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas, com arranjo fatorial de 2 épocas de instalação dos experimentos, 3 concentrações de BAP e 2 avaliações (2 x 3 x 2), com 4 repetições de 6 árvores por unidade experimental.

3.2.4 Decepa de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizada no inverno/2006 para emissão de brotações

Foram comparados os dados obtidos por meio de decepa realizada em árvores de 17 anos, localizadas em Colombo – PR, e árvores de mais de 80 anos, localizadas em São Mateus do Sul – PR.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas, com arranjo fatorial de 2 idades de plantas matrizes, 3 tratamentos (alturas de corte) e 2 avaliações (3 x 2 x 2), com 4 repetições de 3 árvores por unidade experimental.

3.2.5 Decepa de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizada em duas estações do ano para emissão de brotações

Foram comparados os dados obtidos por meio de decepa realizada em árvores de mais de 80 anos de idade, localizadas em São Mateus do Sul – PR, no inverno/2006 e verão/2007.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, em parcelas subdividas, com arranjo fatorial de 2 épocas de instalação dos experimentos, 3 tratamentos (alturas de corte) e 2 avaliações (3 x 2 x 2), com 4 repetições de 3 árvores por unidade experimental.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Influência da poda da parte aérea na emissão de brotações de árvores de erva-mate com anelamento

A primeira análise foi realizada para verificar a influência da poda da parte aérea na indução de brotações em árvores de erva-mate que sofreram anelamento. A escolha desta variável para o início das análises se deu pela observação dos resultados em campo. Visualmente, parecia não haver diferença na emissão de novos brotos entre árvores podadas e não podadas. Como mostra a análise de variância na TABELA 01, não há diferença significativa para o fator poda da parte aérea em nenhum dos experimentos, para nenhuma das variáveis observadas.

Desta forma, as análises seguintes foram realizadas com os dados de anelamento compilados apenas de acordo com os tratamentos de BAP.

TABELA 01- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES, EM EXPERIMENTOS DE ANELAMENTO REALIZADOS NO INVERNO/2006 E VERÃO/2007; EM ÁRVORES DE 17 E MAIS DE 80 ANOS DE IDADE E AVALIAÇÕES REALIZADAS AOS 6 E 12 MESES DAS INSTALAÇÕES, PARA DUAS CONDIÇÕES DE PODA DA PARTE AÉREA DAS MATRIZES

(continua)

Análise 1 – Matrizes: 17 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 6 meses					
Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Tratamento (Poda)	1	$15{,}429^{ns}$	$10{,}103^{ns}$	$0{,}973^{ns}$	$0{,}001^{ns}$
Erro	6	118,289	9,455	33,545	0,001
Total	7				
Coeficiente de variação (%)		12,84	42,40	25,27	9,44
Teste de Bartlett (χ^2)		$1{,}424^{ns}$	$0{,}387^{ns}$	$0{,}560^{ns}$	$0{,}958^{ns}$
Análise 2 – Matrizes: 17 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 12 meses					
Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Tratamento (Poda)	1	$61{,}716^{ns}$	$16{,}046^{ns}$	$166{,}896^{ns}$	$0{,}018^{ns}$
Erro	6	113,146	7,012	148,941	0,020
Total	7				
Coeficiente de variação (%)		12,76	37,38	25,11	27,48
Teste de Bartlett (χ^2)		$1{,}936^{ns}$	$2{,}820^{ns}$	$0{,}609^{ns}$	$0{,}671^{ns}$

TABELA 01- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES, EM EXPERIMENTOS DE ANELAMENTO REALIZADOS NO INVERNO/2006 E VERÃO/2007; EM ÁRVORES DE 17 E MAIS DE 80 ANOS DE IDADE E AVALIAÇÕES REALIZADAS AOS 6 E 12 MESES DAS INSTALAÇÕES, PARA DUAS CONDIÇÕES DE PODA DA PARTE AÉREA DAS MATRIZES

(conclusão)

Análise 3 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 6 meses					
Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Tratamento (Poda)	1	652,147^{ns}	1,665^{ns}	3,445^{ns}	0,002^{ns}
Erro	6	610,864	0,981	11,939	0,006
Total	7				
Coeficiente de variação (%)		46,22	26,70	22,05	23,95
Teste de Bartlett (χ^2)		0,289^{ns}	3,333^{ns}	2,236^{ns}	0,282^{ns}
Análise 4 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 12 meses					
Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Tratamento (Poda)	1	555,778^{ns}	0,000^{ns}	213,108^{ns}	0,025^{ns}
Erro	6	318,996	3,039	144,128	0,013
Total	7				
Coeficiente de variação (%)		32,15	45,45	33,15	22,93
Teste de Bartlett (χ^2)		1,385^{ns}	1,036^{ns}	0,726^{ns}	2,449^{ns}
Análise 5 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: verão/2007, avaliação: 6 meses					
Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Tratamento (Poda)	1	246,864^{ns}	0,813^{ns}	33,374^{ns}	0,011^{ns}
Erro	6	360,010	2,516	55,128	0,009
Total	7				
Coeficiente de variação (%)		97,59	111,01	101,99	92,51
Teste de Bartlett (χ^2)		0,603^{ns}	1,145^{ns}	1,070^{ns}	1,954^{ns}
Análise 6 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: verão/2007, avaliação: 12 meses					
Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Tratamento (Poda)	1	139,028^{ns}	0,530^{ns}	55,651^{ns}	0,008^{ns}
Erro	6	385,855	1,072	154,466	0,016
Total	7				
Coeficiente de variação (%)		52,38	47,33	50,80	45,68
Teste de Bartlett (χ^2)		1,025^{ns}	0,896^{ns}	0,282^{ns}	0,011^{ns}

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

A TABELA 02 apresenta as médias dos tratamentos para porcentagem de árvores brotadas, número de brotações por árvore, comprimento e diâmetro médio das brotações (cm). Para todas as variáveis avaliadas, as médias obtidas de árvores podadas e não podadas não diferiram entre si estatisticamente. Um dos aspectos interessantes neste caso está na possibilidade da colheita dos ramos quando se aplica a técnica de anelamento, seja para a recuperação de uma árvore, seja para a obtenção de brotações para a produção de mudas. Uma vez que a poda não impede a emissão de novos brotos no anelamento, esta técnica se torna viável mesmo quando há necessidade de realização da colheita, sem prejuízos à renda do produtor.

Em experimento com erva-mate realizado com anelamento e poda da parte aérea, utilizando matrizes de 30 a 50 anos, SANTIN *et al*. (2008) observaram que a maior porcentagem de árvores brotadas ocorreu no tratamento de anelamento com 70% de poda da parte aérea (83,3% de árvores brotadas). Os mesmos autores observaram ainda que este mesmo tratamento foi o de melhor resultado para a variável número de brotos por árvore, assim como para a variável comprimento médio dos brotos na avaliação aos 90 dias, já que nas avaliações seguintes não houve diferença entre os tratamentos.

No presente trabalho não foi observada mortalidade das árvores aneladas, de modo que aquelas que não emitiram brotos apresentaram cicatrização na região do anelamento. Resultado semelhante foi observado por SANTIN *et al.* (2008), que em experimento com anelamento de erva-mate observaram mortalidade nula das árvores e concluíram que a técnica do anelamento com remoção de 70% da parte aérea, é uma técnica viável para a recuperação de ervais degradados, uma vez que as plantas apresentaram emissão de brotações na base.

TABELA 02- RESULTADOS DAS MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES, EM EXPERIMENTOS DE ANELAMENTO REALIZADOS NO INVERNO/2006 E VERÃO/2007; EM ÁRVORES DE 17 E MAIS DE 80 ANOS DE IDADE E AVALIAÇÕES REALIZADAS AOS 6 E 12 MESES DAS INSTALAÇÕES, PARA DUAS CONDIÇÕES DE PODA DA PARTE AÉREA DAS MATRIZES

Análise 1 – Matrizes: 17 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 6 meses				
	Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Com poda	86,11	8,38	22,58	0,37
Sem poda	83,33	6,13	23,27	0,39
Análise 2 – Matrizes: 17 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 12 meses				
	Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Com poda	80,56	8,50	44,04	0,47
Sem poda	86,11	5,67	53,17	0,56
Análise 3 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 6 meses				
	Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Com poda	44,44	4,17	15,02	0,33
Sem poda	55,56	3,38	15,38	0,29
Análise 4 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: inverno/2006, avaliação: 12 meses				
	Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Com poda	47,22	3,83	41,37	0,55
Sem poda	63,89	3,83	31,05	0,44
Análise 5 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: verão/2007, avaliação: 6 meses				
	Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Com poda	13,89	1,11	5,24	0,07
Sem poda	25,00	1,75	9,32	0,14
Análise 6 – Matrizes: mais de 80 anos, instalação: verão/2007, avaliação: 12 meses				
	Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Com poda	41,67	1,93	27,10	0,31
Sem poda	33,33	2,44	21,83	0,25

3.3.2 Anelamento de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizado no inverno/2006 para emissão de brotações

Neste experimento, a porcentagem de brotação foi influenciada apenas pela idade das plantas matrizes, enquanto o número de brotações foi influenciado pela idade das matrizes e tratamentos com BAP. O comprimento das brotações mostrou interação tripla entre os fatores analisados e o diâmetro das brotações foi influenciado pela época de avaliação do experimento (TABELA 03).

TABELA 03- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Idade (I)	1	11719,843**	135,946**	1213,940**	0,022^{ns}
BAP (B)	2	40,496^{ns}	54,936*	30,066^{ns}	0,005^{ns}
I x B	2	989,412^{ns}	3,667^{ns}	1,943^{ns}	0,001^{ns}
Erro	18	576,805	12,162	88,249	0,015
Avaliação (A)	1	52,073^{ns}	0,032^{ns}	6540,568**	0,320**
I x A	1	144,578^{ns}	0,156^{ns}	65,403^{ns}	0,007^{ns}
B x A	2	17,363^{ns}	4,025^{ns}	110,629^{ns}	0,015^{ns}
I x B x A	2	40,510^{ns}	0,167^{ns}	170,807*	0,015^{ns}
Erro	18	190,992	2,358	46,472	0,011
Total	47				
Coeficiente de variação (%)		20,20	27,99	22,18	24,17
Teste de Bartlett (χ^2)		9,985^{ns}	13,226^{ns}	13,774^{ns}	16,227^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

Para a variável porcentagem de brotação, as árvores de 17 anos apresentaram resultados superiores àquelas com 80 anos de idade, (TABELA 04). A superioridade das matrizes mais jovens se deve ao maior vigor vegetativo das mesmas, uma vez que a perda do vigor é considerada uma das principais características do processo de maturação (HACKETT, 1988).

Diferente destes resultados, em que matrizes mais jovens foram superiores na emissão de brotações, em experimento realizado com anelamento de caule de árvores de *Eucalyptus cloeziana* com 5, 15 e 20 anos de idade, ALMEIDA, XAVIER e DIAS (2007) observaram que as matrizes com 5 e 15 anos tiveram intensa cicatrização da parte anelada, sem emissão de brotações nessa região. Já nas árvores de 20 anos, os autores observaram formação de calos no anelamento, com emissão de brotações em duas das seis árvores aneladas.

TABELA 04- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

	BAP						
Idade	0 mg kg^{-1}		150 mg kg^{-1}		300 mg kg^{-1}		
matriz	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses	Média
17 anos	83,34	79,17	75,00	79,17	95,84	91,67	84,04 a
80 anos	50,00	54,17	58,34	58,34	41,67	50,00	52,09 b

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao número de brotações por árvore as matrizes de 17 anos foram superiores às de 80 anos e a concentração de 150 mg kg^{-1} BAP foi superior à de 300 mg kg^{-1} BAP, porém não diferiu estatisticamente da testemunha (TABELA 05). A superioridade das árvores mais jovens se deve mais uma vez ao maior vigor vegetativo e maior tendência ao crescimento vegetativo (HACKETT, 1988; GREENWOOD; HUTCHINSON, 1983), o qual propicia maior quantidade de brotos por árvore, quando comparadas às matrizes mais maduras.

O tratamento com 150mg kg^{-1} BAP forneceu a maior quantidade de brotos, porém não diferiu significativamente da testemunha. Este regulador vegetal é utilizado em micropropagação para estimular a emissão de brotações (HARTMANN *et al*., 2002), porém no presente trabalho o mesmo resultado não foi observado (TABELA 05).

TABELA 05- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE BROTADA, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

BAP	Idade matriz				
	17 anos		80 anos		
	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses	Média
0 mg kg^{-1}	6,57	7,02	1,92	3,07	4,65 ab
150 mg kg^{-1}	9,92	8,71	6,46	5,36	7,62 a
300 mg kg^{-1}	5,28	5,53	2,94	3,09	4,22 b
Média	7,17 A		3,81 B		

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variável comprimento médio das brotações teve interação tripla entre os fatores avaliados. Para as matrizes de 17 anos, não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações de BAP utilizadas, em nenhumas das avaliações. Porém, para todas as concentrações do regulador, a avaliação aos 12 meses foi superior àquela realizada aos 6 meses (TABELA 06), o que já era esperado, uma vez que as brotações tiveram o dobro do tempo para se desenvolver.

Para as matrizes de 80 anos, na avaliação aos 6 meses não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações de BAP, ao passo que na avaliação aos 12 meses a concentração de 300mg kg^{-1} foi superior à de 150mg kg^{-1}, porém não diferiram significativamente da testemunha (TABELA 06). Considerando o custo, a aplicação do BAP não é indicada, uma vez que a testemunha não diferiu significativamente dos tratamentos com utilização do regulador. Ainda para as matrizes de 80 anos, nos tratamentos com 0 e 300mg kg^{-1} BAP, a avaliação aos 12 meses foi superior à realizada aos 6 meses, porém no tratamento 150mg kg^{-1} BAP não foi observada diferença estatística entre os períodos de avaliação.

O comprimento das brotações foi maior nas matrizes de 17 anos apenas no tratamento testemunha avaliado aos 6 meses e no tratamento com 150mg kg^{-1} BAP avaliado aos 12 meses. Nos demais tratamentos e avaliações, as médias dos comprimentos de brotos foram maiores nas matrizes mas jovens, porém não diferiram significativamente das médias observadas nas matrizes mais velhas. Estes

valores ligeiramente maiores das brotações de plantas mais jovens, se deve ao maior vigor vegetativo destas plantas, o que leva a um maior crescimento dos brotos (HACKETT *et a*l., 1988).

TABELA 06- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

BAP	17 anos	
	6 meses	12 meses
0 mg kg^{-1}	25,28 a B	45,45 a A
150 mg kg^{-1}	21,15 a B	48,72 a A
300 mg kg^{-1}	22,36 a B	51,64 a A
BAP	80 anos	
	6 meses	12 meses
0 mg kg^{-1}	12,27 a B	38,92 ab A
150 mg kg^{-1}	19,82 a A	28,35 b A
300 mg kg^{-1}	13,51 a B	41,38 a A
Idade matriz	0 mg kg^{-1} BAP	
	6 meses	12 meses
17 anos	25,28 a B	45,45 a A
80 anos	12,27 b B	38,92 a A
Idade matriz	150 mg kg^{-1} BAP	
	6 meses	12 meses
17 anos	21,15 a B	48,72 a A
80 anos	19,82 a A	28,35 b A
Idade matriz	300 mg kg^{-1} BAP	
	6 meses	12 meses
17 anos	22,36 a B	51,64 a A
80 anos	13,51 a B	41,38 a A
BAP	6 meses	
	17 anos	80 anos
0 mg kg^{-1}	25,28 a A	12,27 a B
150 mg kg^{-1}	21,15 a A	19,82 a A
300 mg kg^{-1}	22,36 a A	13,51 a A
BAP	12 meses	
	17 anos	80 anos
0 mg kg^{-1}	45,45 a A	38,92 ab A
150 mg kg^{-1}	48,72 a A	28,35 b B
300 mg kg^{-1}	51,64 a A	41,38 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto ao diâmetro das brotações, a avaliação aos 12 meses apresentou melhores resultados do que a avaliação aos 6 meses, sendo que os outros fatores não influenciaram esta variável (TABELA 07). A superioridade da avaliação aos 12 meses se deve ao maior tempo para o crescimento das brotações, que levam a maiores diâmetros observados.

TABELA 07- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

	BAP						
Avaliação	0 mg kg^{-1}		150 mg kg^{-1}		300 mg kg^{-1}		
	17 anos	80 anos	17 anos	80 anos	17 anos	80 anos	Média
6 meses	0,38	0,29	0,39	0,40	0,38	0,26	0,35 b
12 meses	0,43	0,50	0,54	0,46	0,54	0,54	0,50 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo SANTIN *et al*. (2008), a espessura da casca devido à idade das matrizes pode diminuir o ritmo da emergência de brotos, daí a superioridade das plantas mais jovens tanto para a porcentagem, quanto para o número e comprimento das brotações

3.3.3 Anelamento de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizado em duas estações do ano para emissão de brotações

Neste experimento, a época da instalação teve influência em todas as variáveis analisadas, enquanto a época da avaliação teve influência na porcentagem de brotação, comprimento e diâmetro das brotações. Não foi observada interação entre os fatores (TABELA 08).

TABELA 08- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Época (E)	1	7089,039*	47,681*	1160,235*	0,536**
BAP (B)	2	486,097^{ns}	10,366^{ns}	26,462^{ns}	0,002^{ns}
E x B	2	92,546^{ns}	17,726^{ns}	3,011^{ns}	0,002^{ns}
Erro	18	951,062	6,452	180,446	0,030
Avaliação (A)	1	1672,414**	2,017^{ns}	4377,529**	0,402**
E x A	1	468,937^{ns}	1,449^{ns}	43,873^{ns}	0,000^{ns}
B x A	2	23,157^{ns}	3,840^{ns}	170,266^{ns}	0,012^{ns}
E x B x A	2	69,472^{ns}	0,987^{ns}	85,065^{ns}	0,017^{ns}
Erro	18	187,136	1,573	60,098	0,009
Total	47				
Coeficiente de variação (%)		33,67	44,70	37,29	31,33
Teste de Bartlett (χ^2)		2,193^{ns}	14,164^{ns}	10,233^{ns}	3,481^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

Quanto à aplicação de BAP, no presente experimento não foi observada diferença estatística entre os tratamentos (TABELA 08). Este resultado difere do encontrado por RIBEIRO *et al*. (1992), que em experimento com *Eucalyptus grandis* observaram que o anelamento total com a aplicação de 250 e 500 mg kg^{-1} BAP apresentaram resultados inferiores, enquanto a aplicação de 1000 mg kg^{-1} BAP foi superior à testemunha. Ao final do trabalho, os autores concluíram que o anelamento total do caule não contribuiu para a ação dos reguladores vegetais, prejudicando a sobrevivência das cepas, resultado este diferente do encontrado no presente trabalho, no qual não foi observada a morte de nenhuma árvore, pois aquelas que não emitiram brotações cicatrizaram a região da retirada do anel de casca.

A porcentagem de árvores brotadas foi maior no inverno e na avaliação realizada aos 12 meses da instalação (TABELA 09). No inverno, há translocação de reservas para o caule, tornado-as disponíveis à emissão de novas brotações quando

se realiza o anelamento. Já no verão, as folhas estão em grande atividade metabólica (HARTMANN *et al*., 2002), de modo que quando se realiza o anelamento, há menor quantidade de reservas no caule. Uma vez que há maior quantidade de reserva disponível no inverno, as brotações se desenvolvem mais rapidamente e de maneira mais vigorosa. Por este motivo se observam os melhores resultados neste período.

TABELA 09- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

	Avaliação						
	6 meses			12 meses			
Época	0 mg kg^{-1} BAP	150 mg kg^{-1} BAP	300 mg kg^{-1} BAP	0 mg kg^{-1} BAP	150 mg kg^{-1} BAP	300 mg kg^{-1} BAP	Média
Inverno	50,00	58,34	41,67	54,17	58,34	50,00	52,09 a
Verão	16,67	20,83	20,83	33,34	45,83	33,34	28,47 b
Média	34,72 B			45,84 A			

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável número de brotações emitidas, as médias obtidas no inverno e verão não diferiram significativamente entre si (TABELA 10). Pode-se observar que no tratamento de 150 mg kg^{-1}BAP instalado no inverno/2006 (TABELA 10), maior número de brotações na avaliação realizada aos 6 meses (6,46 brotações em média) quando comparado àquela realizada aos 12 meses (5,36 brotações em média). Isso ocorreu devido à ocorrência de geadas no período entre as avaliações, fato que causou a queima dos brotos ainda jovens e herbáceos. No momento da avaliação, em algumas árvores foi possível observar brotos queimados ainda presos ao caule anelado.

TABELA 10- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE BROTADA, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

	BAP						
Época	0 mg kg^{-1}		150 mg kg^{-1}		300 mg kg^{-1}		
	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses	6 meses	12 meses	Média
Inverno	1,92	3,07	6,46	5,36	2,94	3,09	3,81 a
Verão	1,25	4,22	1,29	2,45	1,75	2,59	2,26 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O maior comprimento e diâmetro das brotações observados na avaliação realizada aos 12 meses (TABELAS 11 e 12) da instalação já era esperado, uma vez que as brotações tiveram o dobro do tempo para crescer e se desenvolver. As médias dos comprimentos das brotações não diferiram significativamente entre si nas duas épocas de instalação, mas há uma tendência de um início de desenvolvimento (avaliação aos 6 meses) mais rápido no inverno. Isso se deve ao fato da maior quantidade de reserva presente no caule durante o inverno (ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001), a qual pode ser imediatamente disponibilizada para o crescimento dos brotos, o que não ocorre no verão. Por este motivo, na variável diâmetro das brotações, o inverno teve resultados superiores ao verão (TABELA 12).

TABELA 11- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE TRÊS CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

	Avaliação						
	6 meses			12 meses			
Época	0 mg kg^{-1} BAP	150 mg kg^{-1} BAP	300 mg kg^{-1} BAP	0 mg kg^{-1} BAP	150 mg kg^{-1} BAP	300 mg kg^{-1} BAP	Média
Inverno	12,27	19,82	13,51	38,92	28,35	41,38	25,71 a
Verão	5,03	7,86	8,96	34,51	30,15	40,87	21,23 a
Média	11,24 B			35,70 A			

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 12- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ANELAMENTO REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, APLICAÇÃO DE 3 CONCENTRAÇÕES DE BAP E DUAS AVALIAÇÕES

	Avaliação						
	6 meses			12 meses			
Época	0 mg kg^{-1} BAP	150 mg kg^{-1} BAP	300 mg kg^{-1} BAP	0 mg kg^{-1} BAP	150 mg kg^{-1} BAP	300 mg kg^{-1} BAP	Média
Inverno	0,29	0,40	0,26	0,50	0,46	0,54	0,41 a
Verão	0,08	0,10	0,14	0,37	0,37	0,46	0,25 b
Média	0,21 B			0,45 A			

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.4 Decepa de árvores de erva-mate de diferentes idades, realizada no inverno/2006 para emissão de brotações

A porcentagem de brotações obtidas teve influência dos fatores idade da planta matriz e época de avaliação do experimento, assim como da interação entre estes dois fatores. A variável número de brotações teve influência da idade da planta matriz e altura da decepa, assim como da interação entre estes dois fatores. Já as variáveis comprimento e diâmetro das brotações tiveram influência da idade da planta matriz e época de avaliação do experimento (TABELA 13).

TABELA 13- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Idade (I)	1	20833,333**	5863,130**	4732,241**	0,287**
Altura (h)	2	486,118^{ns}	3478,061**	53,168^{ns}	0,004^{ns}
I x h	2	486,160^{ns}	678,642**	56,940^{ns}	0,017^{ns}
Erro	18	757,105	37,280	134,787	0,019
Avaliação (A)	1	3333,666**	62,655^{ns}	17063,021**	0,819**
I x A	1	2315,185**	3,435^{ns}	233,818^{ns}	0,004^{ns}
h x A	2	208,354^{ns}	15,293^{ns}	185,110^{ns}	0,016^{ns}
I x h x A	2	23,164^{ns}	22,159^{ns}	56,955^{ns}	0,013^{ns}
Erro	18	254,951	17,989	104,896	0,024
Total	47				
Coeficiente de variação (%)		21,29	20,17	26,68	31,11
Teste de Bartlett (χ^2)		13,462^{ns}	15,052^{ns}	3,892^{ns}	15,223^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

As matrizes de 17 anos foram superiores àquelas com mais de 80 anos, nos dois períodos de avaliação. A média de brotação aos 12 meses foi superior aos 6 meses para as matrizes de mais de 80 anos de idade, enquanto para as de 17 anos, a porcentagem de brotação não diferiu significativamente entre as avaliações (TABELA 14). O decréscimo na porcentagem de brotação das árvores com 80 anos está ligando ao processo de maturação das mesmas. Segundo HACKETT (1988), diversos processos estão relacionados com a maturação das espécies, entre eles, a perda do vigor vegetativo, o que acaba por diminuir a capacidade de emissão de novos brotos.

A altura de corte não foi significativa na porcentagem de brotação no presente trabalho, porém, em experimento com decepa de erva-mate, SCHUCH e LAZZARI (1985) observaram que o tratamento cujo corte foi realizado a 2 m do solo foi superior aos demais tratamentos (99,2% de brotação), todos com menores alturas de corte. Os autores perceberam uma tendência desfavorável à brotação à medida que a altura da cepa diminuiu, chegando a 55,6% de brotação na cepa

cortada rente ao solo. Para a altura de 30 cm, os autores obtiveram cerca de 72% de enraizamento.

Segundo GALLOTTI e PETRI (1997), bons resultados têm sido obtidos com recuperação de ervais por meio de decepa, com baixa mortalidade das plantas. O mesmo ocorreu no presente trabalho, com altas porcentagens de brotação nas matrizes mais jovens e boa porcentagem nas mais velhas, chegando a 75%. No decorrer do presente trabalho não foi observada morte de nenhuma cepa com mais de 80 anos de idade, de modo que após os 12 meses de condução dos experimentos pode ter ocorrido a emissão de brotações sem que este fato tenha sido observado até o momento da última avaliação a campo.

Outro resultado obtido foi a presença de novos brotos em árvores bastante debilitadas, resultado este considerado bastante promissor na recuperação do genótipo de árvores decrépitas. De acordo com HARTMANN *et al.* (2002), as gemas das regiões mais basais do caule se formaram num período mais próximo à germinação da semente, o que torna aquela região mais juvenil, fato este que pode explicar a presença de brotações basais mesmo nas árvores mais maduras.

TABELA 14- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

Idade matriz	Avaliação	
	6 meses	12 meses
17 anos	94,45 a A	97,22 a A
80 anos	38,89 b B	69,44 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à variável número de brotações por cepa, os melhores resultados foram obtidos na decepa realizada em árvores de 17 anos de idade, a 60 cm de altura do solo. Para todas as alturas de corte, as plantas de 17 anos foram superiores àquelas com mais de 80 anos de idade, apresentando maior quantidade de brotos emitidos. Nas duas idades de matrizes, o corte realizado a 60 cm do solo resultou nos maiores valores para esta variável (TABELA 15). O maior número de brotações obtidos no tratamento com corte a 60 cm do solo se deve ao maior tamanho da cepa deixada, a qual disponibilizou maior quantidade de nutrientes para o desenvolvimento de novos brotos, quando comparada às cepas de 15 e 30 cm.

Em experimento realizado com rebrota de *Acacia mearnsii*, PERRANDO e CORDER (2006) obtiveram os maiores números de brotação nas cepas cortadas em maiores alturas do solo e explicam este fato pelo acréscimo da área superficial do tronco, que deixou maior número remanescente de gemas adventícias presentes na cepa. O mesmo pode ter ocorrido no presente trabalho, onde as maiores cepas apresentaram os maiores números de brotações.

TABELA 15- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE BROTADA, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

Altura	Idade matriz	
	17 anos	80 anos
15 cm	17,05 b A	4,94 b B
30 cm	22,84 b A	5,46 b B
60 cm	56,38 a A	15,05 a B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As brotações das matrizes de 17 anos apresentaram maior comprimento e diâmetro do que aquelas das matrizes de mais de 80 anos. A avaliação realizada aos 12 meses teve resultados superiores nestas mesmas variáveis, quando comparada à avaliação aos 6 meses da instalação (TABELAS 16 e 17).

A superioridade das plantas mais jovens, para todas as variáveis analisadas, se deve a seu maior vigor. O mesmo fato foi observado por PERRANDO e CORDER (2006), que trabalhando com *Acacia mearnsii*, tiveram resultados semelhantes, com cepas de 4 anos sendo superiores às cepas de 7 anos para as variáveis analisadas, atribuindo a isso a influência da idade no vigor da planta. Os mesmos autores observaram ainda alta taxa de mortalidade nas cepas mais maduras (90 a 95%), o que não ocorreu com a erva-mate. No presente experimento, não foi observada mortalidade nas cepas com mais de 80 anos de idade, sendo que apenas uma cepa não sobreviveu dentre aquelas com 17 anos de idade.

TABELA 16- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

	Avaliação						
Idade	6 meses			12 meses			
matriz	15 cm	30 cm	60 cm	15 cm	30 cm	60 cm	Média
17 anos	25,67	26,30	32,29	70,92	69,63	67,59	48,73 a
80 anos	9,80	10,97	14,66	42,15	53,70	39,45	28,46 b
Média	19,95 B			57,24 A			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 17- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO NO INVERNO/2006, COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

	Avaliação						
Idade	6 meses			12 meses			
matriz	15 cm	30 cm	60 cm	15 cm	30 cm	60 cm	Média
17 anos	0,42	0,45	0,49	0,77	0,69	0,63	0,58 a
80 anos	0,24	0,27	0,33	0,49	0,62	0,57	0,42 b
Média	0,37 B			0,63 A			

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.3.5 Decepa de árvores de erva-mate com mais de 80 anos de idade, realizada em duas estações do ano para emissão de brotações

A porcentagem de brotação e diâmetro das brotações foram influenciadas apenas pela época de avaliação do experimento. Já o número de brotações emitidas foi influenciado pela interação entre época de instalação e altura de corte da decepa, e ainda, pela época de avaliação do experimento. A variável comprimento das brotações teve influência das interações entre a época de instalação e época de avaliação do experimento, assim como altura de corte da decepa e época de avaliação do experimento (TABELA 18).

TABELA 18- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE, COMPRIMENTO E DIÂMETRO MÉDIOS DAS BROTAÇÕES; EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO			
		Árvores brotadas (%)	Número de brotações	Comprimento das brotações (cm)	Diâmetro das brotações (cm)
Época (E)	1	92,574^{ns}	204,889*	36,123^{ns}	0,067^{ns}
Altura (h)	2	1690,088^{ns}	240,907**	753,452^{ns}	0,078^{ns}
E x h	2	300,866^{ns}	241,599**	197,328^{ns}	0,018^{ns}
Erro	18	2407,463	34,724	307,681	0,045
Avaliação (A)	1	4537,685**	127,303*	7860,736**	0,713**
E x A	1	1481,630^{ns}	1,884^{ns}	711,480*	0,016^{ns}
h x A	2	439,824^{ns}	17,302^{ns}	588,685*	0,025^{ns}
E x h x A	2	162,074^{ns}	49,749^{ns}	43,369^{ns}	0,002^{ns}
Erro	18	339,531	23,429	118,440	0,030
Total	47				
Coeficiente de variação (%)		33,17	64,57	39,45	45,39
Teste de Bartlett (χ^2)		7,024^{ns}	16,631^{ns}	3,376^{ns}	6,913^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

A porcentagem de brotação foi maior na avaliação realizada aos 12 meses da instalação do experimento (TABELA 19), o que era esperado, uma vez que a cepa teve mais tempo para emitir novos brotos. MAYOL (1997) e MEDRADO *et al*. (2002) recomendam que a poda drástica da erva-mate deve ser realizada entre os meses de julho a agosto (inverno), quando a planta está em repouso fisiológico. No presente trabalho, a porcentagem de brotação das cepas não foi influenciada pela época de instalação, com resultados positivos tanto no inverno/2006 quanto no verão. Em experimento realizado com decepa de árvores de erva-mate de 30 anos de idade nos meses de junho, agosto e novembro, SCHUCH e LAZZARI (1985) não observaram influência da época da decepa na brotação das cepas, com resultados satisfatórios (até 99% de brotação) nos três meses analisados.

Em experimento de decepa realizado com *Acacia mearnsii*, PERRANDO e CORDER (2006) tiveram melhores resultados na brotação quando o experimento foi instalado no inverno/2006, enquanto o verão teve as menores médias observadas.

TABELA 19- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ÁRVORES DE ERVA-MATE BROTADAS, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

Avaliação	Altura decepa						
	15 cm		30 cm		60 cm		
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Média
6 meses	33,33	33,33	33,33	58,33	50,00	66,67	45,83 b
12 meses	58,33	50,00	75,00	75,00	75,00	58,33	65,28 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável número de brotações, as médias obtidas nas avaliações aos 6 e 12 meses da instalação não diferiram significativamente entre si. O inverno/2006 foi estatisticamente superior ao verão, no tratamento representado pelo corte a 60 cm de altura. Para o experimento realizado no inverno/2006, a altura de 60 cm foi superior às demais, enquanto no verão não foram observadas diferenças entre as alturas de corte (TABELA 20). Segundo PERRANDO e CORDER (2006), menores alturas de corte podem comprometer a disponibilidade de reservas na cepa além de diminuir o número de gemas adventícias aptas à rebrota.

A menor quantidade de brotações observada aos 12 meses quando comparada aos 6 meses, nos experimentos instalados no inverno a 30 e 60 cm do solo, se deve ao fato de geadas ocorridas no período entre as duas avaliações, as quais causaram a queima dos brotos ainda tenros e pouco desenvolvidos, diminuindo assim o número de brotações de uma avaliação para a outra. Em alguns casos era possível a visualização de brotos queimados próximos à região da decepa.

TABELA 20- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE BROTADA, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

Altura decepa	Época	
	Inverno	Verão
15 cm	4,94 b A	4,32 a A
30 cm	5,46 b A	7,23 a A
60 cm	15,05 a A	6,46 a B

Avaliação	Altura decepa						
	15 cm		30 cm		60 cm		
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Média
6 meses	3,25	3,75	6,00	4,17	16,46	4,08	6,29 a
12 meses	6,63	4,89	4,92	10,29	13,63	8,83	8,20 a

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a variável comprimento das brotações, os melhores resultados foram observados na avaliação aos 12 meses da instalação do experimento, como já era esperado, uma vez que neste período os brotos tiveram o dobro do tempo para crescer. Nas duas avaliações, não foi observada diferença significativa entre as épocas de instalação. Na avaliação realizada aos 6 meses não foi observada diferença entre as alturas de corte, porém aos 12 meses as maiores brotações foram observadas nas decepas realizadas na altura de 30 cm do solo (TABELA 21).

TABELA 21- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

Avaliação	Época	
	Inverno	Verão
6 meses	11,81 b A	17,77 b A
12 meses	45,10 a A	41,39 a A

Altura	Avaliação	
	6 meses	12 meses
15 cm	10,40 a B	37,42 b A
30 cm	15,78 a B	54,61 a A
60 cm	18,20 a B	37,70 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro médio das brotações foi maior na avaliação realizada aos 12 meses da instalação, assim como era esperado (TABELA 22). Se o objetivo da realização da decepa for a posterior estaquia dos ramos, deixá-los por 12 meses na cepa pode não ser vantajoso, uma vez que os ramos se tornam muito grossos e lenhosos, inadequados para o processo de enraizamento desta espécie.

TABELA 22- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O DIÂMETRO MÉDIO (cm) DE BROTAÇÕES POR ÁRVORE DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE DECEPA REALIZADO COM MATRIZES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE, COM DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO, 3 ALTURAS DE CORTE E DUAS AVALIAÇÕES

	Altura decepa						
Avaliação	15 cm		30 cm		60 cm		
	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Inverno	Verão	Média
6 meses	0,24	0,15	0,27	0,29	0,33	0,29	0,26 b
12 meses	0,49	0,46	0,62	0,60	0,57	0,53	0,55 a

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3.4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

● Tanto o anelamento quanto a decepa foram técnicas eficientes na emissão de brotações em erva-mate, com baixa mortalidade de matrizes;

● Plantas mais jovens apresentaram maiores taxas de emissão de brotações e maior vigor das mesmas, com maior número e comprimento dos brotos emitidos;

● No anelamento, a aplicação de BAP não influenciou na emissão de brotações e o inverno/2006 foi o período mais favorável à realização desta técnica;

● Na decepa, a altura de 60 cm foi a que proporcionou o maior número e comprimento de brotos e a época de instalação não influenciou na porcentagem de cepas brotadas após o corte.

3.5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. D. de; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, n.3, p.445-453, 2007.

ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. **Enraizamento de plantas lenhosas.** In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S., BUSO, J. A. (Ed.) Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa – SPI / Embrapa – CNPH, p.261-296, 1998.

BORGES JUNIOR, N.; SOBORSA, R. C.; MARTINS-CODER, M. P. Multiplicação *in vitro* de gemas axilares de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.4, p.493-498, 2004.

BRONDANI, G. E. *et al*. Estabelecimento, multiplicação e alongamento *in vitro* de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.1, p.11-19, 2009.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras** (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras), v.1, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, p. 457-466, 2003.

DOMINGOS, D. M.; WENDLING, I., Sobrevivência e vigor vegetativo de plantas de erva-mate (*Ilex paraguarienis* A. St.-Hil.) enxertadas diretamente a campo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.16, n.1, p.107-12, 2006.

GALLOTTI, G. J. M.; PETRI, J. L. Teste de estimulantes de brotação em erveiras nativas. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

HACKETT, W. P. Donnor plant maturation. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, v.2, 1988. p.11-28.

HARTMANN, H. T. *et al*. **Plant Propagation:** Principles and Pratices. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

RIBAS, L. L. F. *et al*. Micropropagação de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) a partir de segmentos nodais de mudas juvenis. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.4, p.517-524, 2005.

RIBEIRO, F. A. *et al*. Influência da anelagem e reguladores de crescimento na indução da brotação de cepas de *Eucalyptus grandis* W. Hill. Ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.3, p.247-254, 1992.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil**: nativas e exóticas. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. p. 71-72.

MAYOL, R. M. La experiencia argentina en sistemas de poda de yerba mate. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Câmara Setorial da Cadeia Produtiva da Erva-Mate do Paraná**: Patentes Industriais e as Prioridades para os Investimentos Tecnológicos na Cadeia Produtiva da Erva-Mate, Curitiba: Série PADCT, 178p, 2000.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate**. Curitiba: Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, 104p., 1988

MEDRADO, M. J. S. *et al*. **Recuperação de ervais degradados**, Comunicado Técnico, 86. Colombo: Embrapa Florestas, 6p, 2002.

PERRANDO, E. R.; CORDER, M. P. M., Rebrota de cepas de *Acacia mearnsii* em diferentes idades, épocas do ano e alturas de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.555-62, 2006.

RIBEIRO, F. A. *et al*. Influência da anelagem e reguladores de crescimento na indução da brotação de cepas de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.3, p.247-254, 1992.

SANTIN, D. *et al*. Poda e anelamento em erva-mate (*Ilex paraguariensis*) visando à indução de brotações basais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.56, p.97-104, 2008.

SARTORI, I. A.; ILHA, L. L. H. Anelamento e incisão anelar em fruteiras de caroço. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.724-729, 2005.

SCHUCH, S.L.C.; LAZZARI, A.L.F. Dados preliminares sobre a recuperação de ervais improdutivos atraves da pratica da decepa. In: SEMINARIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da Erva-mate (Ilex paraguariensis), 10., 1983, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA-CNPF, p.109-110, 1985.

TAIZ**,** L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. p. 622-624.

ZANIOLO, S. R.; ZANETTE, F. Micropropagação de erva-mate a partir de segmentos nodais. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.2, n.1-2, p. 39-44, 2001.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: Uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. 1 ed. Katia Christina Zuffellato-Ribas, Curitiba, 2001, 39 p.

4 CAPÍTULO II:

ESTAQUIA DE ERVA-MATE EM DIFERENTES ESTAÇÕES DO ANO, CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOL BUTÍRICO (IBA) E IDADES DE MATRIZES

RESUMO

A cultura da erva mate é de grande importância para o Sul do Brasil, devido ao consumo de chimarrão, tereré e chá-mate. Porém, a sua propagação por meio de sementes é dificultada pelo baixo potencial de germinação. A estaquia é uma das técnicas de propagação vegetativa mais utilizadas na silvicultura clonal e seu sucesso depende de diversos fatores. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da idade da planta matriz, aplicação do regulador vegetal ácido indol butírico (IBA) e coleta de material vegetal em diferentes estações do ano no enraizamento de estacas caulinares de erva-mate. Foram confeccionadas estacas a partir de brotações de copa de árvores de 12 e mais de 80 anos de idade nas quatro estações do ano. As estacas foram tratadas com IBA em solução nas seguintes concentrações: 0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg L^{-1}, resultando em 5 tratamentos para cada idade de planta matriz, em cada estação. O plantio foi realizado em caixas plásticas preenchidas com vermiculita e casca-de-arroz carbonizada na proporção de 1:1 e após 90 dias em casa-de-vegetação climatizada, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes/estaca, comprimento das 3 maiores raízes/estaca, porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas. Os resultados obtidos mostraram que estacas coletadas de matrizes mais jovens possuem maior potencial para o desenvolvimento de novas raízes e o uso de IBA não otimizou a porcentagem de estacas enraizadas. O verão/2007 apresentou resultados significativamente inferiores às demais épocas de coleta, enquanto o outono/2006 foi a estação mais favorável ao enraizamento adventício.

Palavras-chave: propagação vegetativa, enraizamento, regulador vegetal

ABSTRACT: Cutting of "erva-mate" in different seasons of the year, indolebutyric acid (IBA) concentrations and stock plants ages

The "erva-mate" consumption is very high in South of Brazil, by its use in different forms of tea. However, its propagation from seeds is affected by a low germination potential. Cutting is a technique widely used in clonal forestry and its success depends of many factors. Therefore, this paper had as its main goals to verify the influence of the age of stock plants, the application of plant regulator indolebutyric acid (IBA) and the effect of the different seasons of the year in "erva-mate" stem cuttings. Cuttings were made from branches of the year from 12 years old trees, treated with five IBA solution concentrations: 0, 1500, 300, 4500 e 6000 mg L^{-1}, resulting in 5 treatments for each cutting type in each season of the year. The cuttings were planted in plastic containers filled with vermiculite and carbonized rice bark, in a 1:1 ratio. After 90 days at green-house environment, the cuttings were evaluated for percentage of cuttings with roots, average number of roots per cutting, length of the three largest roots by cutting and percentage of cuttings alive, with callus and dead. The results showed that cuttings from more juvenile trees presented greater potential for new roots development and the use of IBA did not increase the rooting percentage for cuttings. The Summer/2007 presented results significantly smaller than the other collected seasons, while Autumn/2006 was the season more favorable to adventitious rooting.

Key-words: vegetative propagation, rooting, plant growth regulators.

4.1 INTRODUÇÃO

A cultura da erva-mate tem grande importância para os estados da região Sul do Brasil, devido ao consumo do chimarrão, tereré e chá-mate. Mas não é apenas na indústria alimentícia que a espécie é utilizada: as indústrias de cosméticos e farmacológica vêm estudando os compostos e desenvolvendo produtos que utilizam derivados da planta em sua composição química (MAZUCHOWSKI, 1997).

Segundo FLOSS (1997), técnicas inadequadas de cultivo e manejo e, principalmente, a baixa qualidade do material genético das mudas, resultaram na baixa produtividade de manejos atualmente implantados. Em trabalho realizado com sementes de erva-mate, CUQUEL, CARVALHO e CHAMMA (1994), observaram que a produção de mudas por meio de sementes requer períodos longos de estratificação, com baixa porcentagem de germinação de sementes. Nesse trabalho, a melhor média observada foi a de 5,6% de germinação, aos 60 dias da instalação do teste, com sementes estratificadas por 6 meses.

Desta forma, CARVALHO (1994) sugere a propagação vegetativa como uma alternativa à produção de mudas desta espécie. A propagação vegetativa possibilita a produção de mudas durante todo o ano por meio da manutenção de plantas matrizes em viveiro, além de ser uma alternativa à produção de mudas de espécies com dificuldades de propagação por meio de sementes, seja por problemas de germinação ou armazenamento (DUTRA; HANSEL; WENDLING, 2008).

A estaquia é a técnica de propagação mais utilizada em diversas culturas e as raízes adventícias podem se formar a partir de células do caule e folhas que entram no ciclo de divisão celular e retomam a capacidade de se multiplicar e se diferenciar (HARTMANN *et al*., 2002; KERBAUY, 2004). TAVARES, PICHETH e MASCHIO (1992) citam a utilização da técnica da estaquia na propagação de erva-mate como uma alternativa para acelerar e uniformizar a produção de mudas da espécie. Dentre as possíveis vantagens da utilização da estaquia como método de propagação, MAZUCHOWSKI (1988) destaca para a erva-mate a formação de povoamentos homogêneos, com qualidade superior e maior produtividade como os principais benefícios da técnica.

Muitos fatores influenciam no processo de enraizamento das estacas, entre eles, a idade da planta matriz, a época do ano e a aplicação de reguladores

vegetais. Ramos mais jovens e em bom estado nutricional têm melhores resultados no enraizamento (NAU, 1996; ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001, HARTAMNN, *et al*., 2002). A época do ano em que são preparadas as estacas pode influenciar diretamente na eficiência de enraizamento das mesmas. Isso ocorre devido às condições fisiológicas da planta matriz, sendo que o balanço correto de nutrientes necessário ao enraizamento pode ser alterado por condições climáticas (BLEASDALE, 1977). Segundo BLAKESLEY, WESTON e ELLIOTT (1991), a coleta dos ramos em diferentes estações do ano gera diferentes resultados no enraizamento das estacas.

Em estaquia de erva-mate, GRAÇA *et al.* (1988) observaram que a aplicação de IBA é necessária para o enraizamento das estacas. Os autores relataram que estacas provenientes de mudas que não receberam tratamento com o regulador vegetal não enraizaram, enquanto que em estacas de material adulto as concentrações de 5000 e 1000ppm IBA foram superiores à testemunha, chegando a 62% de enraizamento.

Já STURION e RESENDE (1997), observaram que material proveniente de apenas 27 das 30 árvores selecionadas emitiram raízes, com percentual de enraizamento variando de 1,1 a 60,1%, e média de 17,6%. Os autores afirmam que estes resultados demonstram que o aprimoramento da estaquia é fundamental nos programas de melhoramento da erva-mate. De acordo com FLOSS (1997), mesmo que a estaquia da erva-mate seja realizada em matrizes com baixo potencial para o enraizamento, a propagação vegetativa ainda é o método que pode apresentar maior avanço dentro do programa de melhoramento desta espécie.

Entretanto, a perda na capacidade de emissão de raízes é um dos principais efeitos da maturação (DIAZ-SALA *et al*., 1996), de modo que a idade da planta matriz é um fator determinante no processo de enraizamento da erva-mate (SAND, 1989). TAVARES, PICHETH e MASCHIO (1992) observaram que material juvenil, proveniente de mudas de erva-mate com um ano de idade, alcançou enraizamento 12,4 vezes maior do que o material proveniente de árvores adultas. Da mesma forma, WENDLING *et al.* (2006), em experimento com miniestaquia de erva-mate, observaram que as taxas de enraizamento do material juvenil foram sempre superiores ao material adulto, denotando a maior aptidão fisiológica dos propágulos juvenis ao enraizamento.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a influência da idade da planta matriz, assim como a época do ano e a aplicação da auxina sintética ácido indol butírico (IBA) no enraizamento de estacas de erva-mate.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação pertencente à Embrapa Florestas, em Colombo – PR, entre o inverno de 2006 e outono de 2007. As estacas foram obtidas a partir de ramos de erva-mate provenientes de dois grupos de matrizes: o primeiro, localizado em Bocaiúva do Sul – PR, com árvores de 12 anos de idade; e o segundo, localizado em Colombo – PR, com árvores de mais de 80 anos de idade.

As instalações foram realizadas nas quatro estações do ano, entre 2006 e 2007, conforme segue:

● Outono/2006: coleta e instalação realizadas no dia 5 de maio de 2006;

● Inverno/2006: coleta e instalação realizadas no dia 11 de agosto de 2006;

● Primavera/2006: coleta e instalação realizadas nos dias 12 (árvores de 12 anos de idade) e 12 (árvores de mais de 80 anos de idade) de dezembro de 2006. Esta coleta foi atrasada devido ao frio ocorrido no mês de novembro/2006;

● Verão/2007: coleta e instalação realizadas no dia 8 de fevereiro de 2007.

Os ramos dos dois grupos de árvores foram coletados no período da manhã, acondicionados em caixas de poliestireno, umedecidos e transportados até o Laboratório de Propagação de Plantas na Embrapa Florestas, onde foram mantidos úmidos até o término da confecção das estacas.

As estacas foram confeccionadas com cerca de 12 cm de comprimento e duas folhas com sua área reduzida à metade, corte em bisel na base e reto no ápice. Após a confecção, as estacas foram desinfestadas em solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 5 minutos e em seguida, lavadas em água corrente por 5 minutos. As bases das estacas foram então imersas em uma solução com fungicida sistêmico (Benomyl, $1gL^{-1}$) por 15 minutos.

O tratamento com regulador vegetal foi realizado por meio de imersão das bases das estacas por 10 segundos em solução 50% alcoólica de ácido indol butírico (IBA), nas seguintes concentrações:

● T1: 0 mg L^{-1} IBA;

● T2: 1500 mg L^{-1} IBA;

● T3: 3000 mg L^{-1} IBA;

● T4: 4500 mg L^{-1} IBA;

● T5: 6000 mg L^{-1} IBA.

O plantio foi realizado em caixas plásticas (13 cm x 30 cm x 37 cm) com capacidade de 0,01443 m^3 utilizando casca-de-arroz carbonizada e vermiculita de granulometria média como substrato, na proporção de 1:1 (v/v). Após 90 dias em casa-de-vegetação climatizada (U.R.= 85% e Temp.= 20-30ºC), foram avaliadas as seguintes variáveis:

● Porcentagem de estacas enraizadas (consideradas aquelas com presença de raízes a partir de 1mm de comprimento);

● Número de raízes por estaca;

● Comprimento das três maiores raízes por estaca (em mm);

● Porcentagem de estacas com calos (consideradas as estacas vivas, com formação de calos, sem formação de raízes);

● Porcentagem de estacas vivas (consideradas as estacas vivas, sem formação de calos e raízes);

● Porcentagem de estacas mortas.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial de 2 idades de plantas matrizes, 5 concentrações de IBA e 4 estações do ano (2 x 5 x 4), com 4 repetições de 20 estacas por unidade experimental. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Inicialmente, as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste de F. Quando os resultados revelaram existir diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados cuja análise envolvia comparação entre materiais de duas idades, provenientes de dois locais diferentes, foram submetidos à análise de co-variância, utilizando a idade como co-variável. Esse procedimento foi utilizado para verificar se as médias das variáveis dependentes analisadas necessitam de ajuste para as diferenças de idade existentes nos conjuntos de dados correspondentes. A análise de co-variância revelou que a idade das plantas não influencia estatisticamente os resultados das variáveis analisadas, ao nível de 95% de probabilidade, não necessitando ajuste para o esse fator.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca enraizada, comprimento médio das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas com calos e mortas tiveram interação tripla entre os fatores analisados (TABELA 23). As tabelas dos dados correspondentes às FIGURAS 01 à 06 estão apresentadas nos ANEXOS 02 à 07.

TABELA 23- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA- MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO					
		Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas mortas (%)
Idade (I)	1	47450,743**	694,472**	7393,369**	7118,891**	4170,989**	39220,472**
Época (E)	3	15165,986**	212,913**	3115,936**	11767,347**	2389,033**	27737,799**
I x E	3	4511,170**	63,580**	734,449**	6330,628**	1270,539**	4311,630**
Regulador (R)	4	18,898^{ns}	25,419**	199,892**	301,660**	23,398^{ns}	421,155**
I x R	4	311,667^{ns}	9,713**	82,961**	263,704**	17,880^{ns}	212,384*
E x R	12	237,931^{ns}	9,865**	74,877**	218,281**	78,224**	361,516**
I x E x R	12	299,670*	11,461**	36,591*	230,199**	43,186^{ns}	444,058**
Erro	120	138,409	2,474	19,207	69,785	24,522	76,980
Total	159						
Coeficiente de variação (%)		36,51	33,85	28,71	42,80	61,09	21,85
Teste de Bartlett (χ^2)		50,451^{ns}	42,663^{ns}	46,437^{ns}	47,878^{ns}	49,807^{ns}	43,052^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

4.3.1 Porcentagem de enraizamento

De maneira geral, a porcentagem de enraizamento foi maior nas estacas provenientes das matrizes mais jovens (12 anos) (FIGURA 01). Para estas matrizes, a maior porcentagem de enraizamento foi observada no outono, com aplicação de IBA na concentração de 4500mg L^{-1}.

Segundo TAVARES, PICHETH e MASCHIO (1992), a porcentagem de enraizamento de erva-mate é maior no verão do que no outono, devido a maior atividade cambial. O mesmo resultado não foi observado no presente trabalho, em que a época de coleta das estacas menos favorável ao enraizamento foi o verão, o qual diferiu estatisticamente das outras estações para todas as concentrações do regulador vegetal testadas.

Em experimento instalado também no verão (fevereiro/2005), com estaquia de três diferentes clones de erva-mate de 12 anos de idade, BRONDANI *et al*. (2009), utilizando casca de arroz carbonizada e vermiculita como substrato, obtiveram um máximo de 17,50% de enraizamento, no clone A32. No presente trabalho, no qual foi utilizada a mesma combinação de substratos, a maior porcentagem de enraizamento obtida no verão também foi a de 17,50%.

PRAT KRICUN (1995), em experimento realizado com estaquia de erva-mate em diferentes épocas, obteve o melhores resultados nos meses de novembro a maio, período de plena brotação da espécie. Resultado oposto foi observado no presente trabalho, no qual a estaquia realizada no verão (fevereiro), período de crescimento vegetativo, foi a que teve o resultado significativamente inferior. Porém na primavera e outono (meses de dezembro e maio), os resultados foram satisfatórios, com enraizamento chegando a 87,50% nas matrizes de 12 anos, com aplicação de 4500 mg L^{-1} IBA no outono.

Segundo ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES (2001), para que haja enraizamento das estacas, é necessário que haja substâncias de reserva no caule, as quais fornecerão a energia necessária à emissão das raízes. A translocação de reservas se dá no período de repouso vegetativo e por isso o outono é a época que possui as reservas imediatamente disponíveis, daí os melhores resultados no enraizamento.

Nas concentrações de 0, 1500 e 3000 mg L^{-1} de IBA, inverno, primavera e outono não diferiram estatisticamente entre si. Na concentração de 4500 mg L^{-1} IBA, o outono foi a melhor época para o enraizamento e para a concentração de 6000 mg L^{-1} IBA, outono e primavera não diferiram entre si estatisticamente. Na primavera, verão e outono, as concentrações de IBA não mostraram diferença estatística no enraizamento, porém no inverno, os melhores resultados foram observados nas concentrações de 0, 1500 e 3000 mg L^{-1} IBA (FIGURA 01).

Nas estacas coletadas de matrizes com mais de 80 anos, a aplicação das diferentes concentrações de IBA não apresentou diferenças estatísticas no enraizamento em nenhuma época do ano. Para todas as concentrações de IBA, as melhores épocas de coleta das estacas foram a primavera e outono, exceto com 4500 mg L^{-1}, a qual não apresentou diferenças estatísticas entre as estações do ano. As maiores porcentagens de enraizamento observadas para estacas coletadas de plantas com mais de 80 anos de idade foram observadas no outono, com aplicação de 3000 e 6000 mg L^{-1} IBA (FIGURA 01).

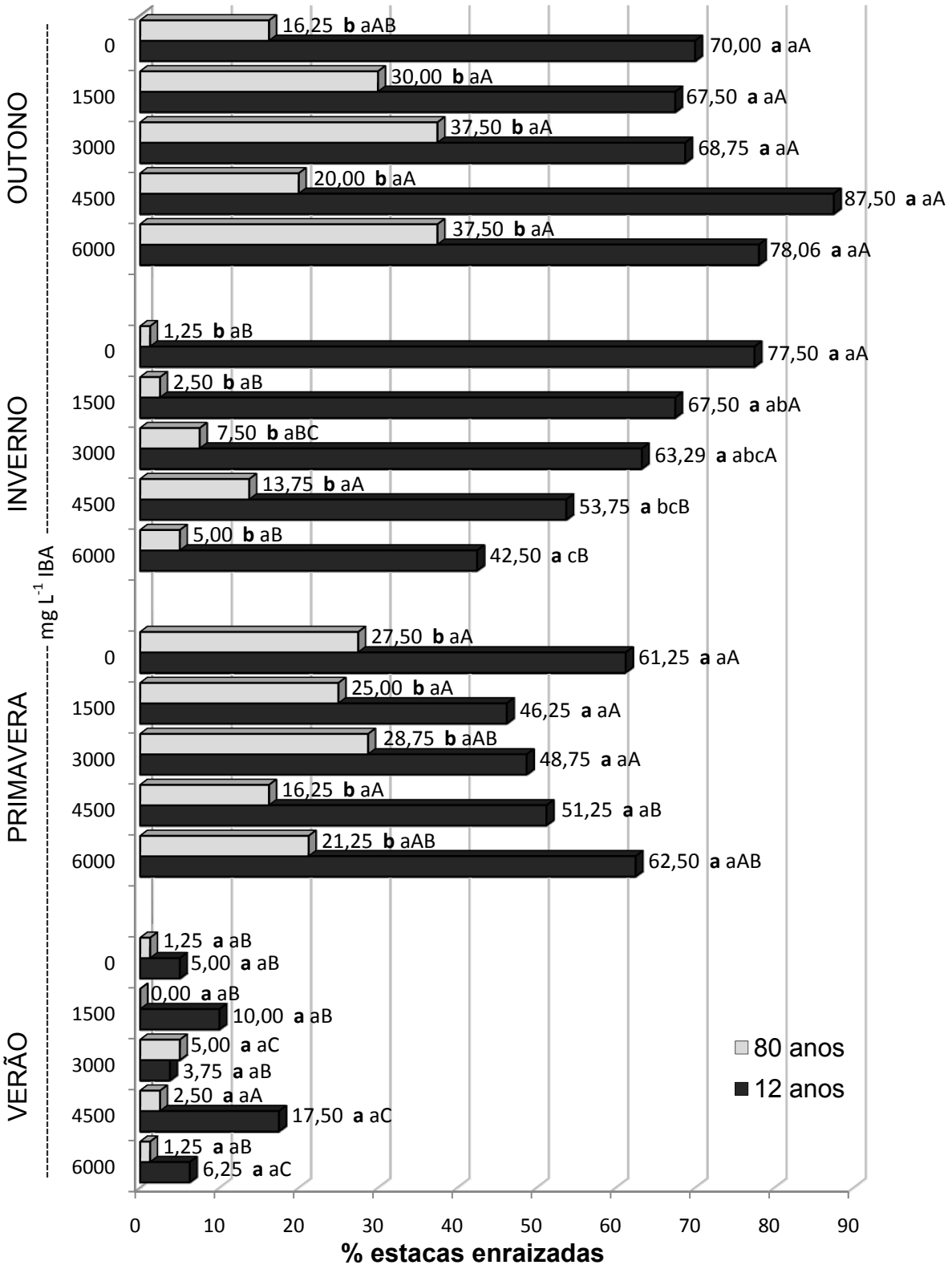
De acordo com GRAÇA *et al*. (1988), as estacas de erva-mate exigem tratamento hormonal para se obter enraizamento. Porém, no presente trabalho, apenas no inverno, com estacas coletadas de matrizes com 12 anos de idade, se observou diferença estatística entre os tratamentos com IBA aplicados, sendo que as maiores concentrações do regulador resultaram nas menores taxas de formação de raízes. Nas demais estações, as concentrações de IBA não foram significativamente diferentes.

Quando se compara estacas provenientes de matrizes de 12 anos e matrizes com mais de 80 anos, independente do outro fator com o qual está combinado, as primeiras sempre apresentam melhores resultados de enraizamento, exceto no verão, as quais não diferiram entre si estatisticamente e a taxa de enraizamento foi, de maneira geral, muito baixa. Assim, os melhores resultados de enraizamento encontrados para estacas coletadas de árvores de 12 anos foram, no inverno no tratamento controle (77,50%), na primavera no tratamento com 6000mg L^{-1} IBA (62,50%) e no verão e outono no tratamento com 4500mg L^{-1} IBA (17,50 e 87,50%, respectivamente). Na concentração de 0mg L^{-1} IBA, o melhor resultado de enraizamento foi encontrado no inverno, na concentração de 1500 mg L^{-1} IBA, no inverno e outono, enquanto nas concentrações de 3000, 4500 e 6000 mg L^{-1} IBA, os melhores resultados foram observados no outono (FIGURA 01).

Uma das expressões mais significativas da maturação em plantas lenhosas é a diminuição da capacidade de enraizamento (HACKETT, 1988). Assim, estacas coletadas de matrizes mais jovens possuem maior vigor e maior facilidade de enraizamento, daí os melhores resultados observados para as estacas coletadas de matrizes com 12 anos de idade.

Além disso, o baixo percentual de enraizamento das estacas coletadas de matrizes com 80 anos mesmo com a utilização de uma auxina sintética, pode estar relacionado ao acúmulo de um inibidor do enraizamento ou a ausência de um co-fator necessário a este processo (ONO e RODRIGUES, 1996; HARTMANN *et al*., 2002).

O maior valor encontrado para a porcentagem de estacas enraizadas foi o de 87,50% de enraizamento; em material coletado no outono, de matrizes com 12 anos de idade e tratadas com 4500 mg L^{-1} IBA (FIGURA 01).



Médias seguidas de uma mesma letra em negrito entre as idades de matrizes, minúscula entre os tratamentos com IBA dentro de cada estação e maiúsculas entre as estações do ano em cada tratamento de IBA, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 01- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

4.3.2 Número de raízes por estaca

Para a variável número de raízes por estaca, na coleta realizada em matrizes com 12 anos de idade, o maior valor foi encontrado na concentração de 4500mg L^{-1} IBA, com estaquia realizada na primavera. Para as concentrações de 0 e 1500mg L^{-1} IBA, o inverno foi a melhor época de coleta, enquanto para a concentração de 3000mg L^{-1} IBA diferiu estatisticamente apenas do verão. Já na concentração de 4500mg L^{-1} IBA, a melhor época foi a primavera e na concentração de 6000mg L^{-1} IBA inverno e primavera não diferiram entre si estatisticamente (FIGURA 02). Em experimento com estaquia de erva-mate realizado com ramos provenientes de matrizes com 10 anos de idade, HORBACH (2008) observou que a aplicação de IBA em estacas de erva-mate não influenciou o número de raízes por estaca.

Ainda para as matrizes de 12 anos, inverno e verão não apresentaram diferenças estatísticas entre as concentrações de IBA testadas e na primavera, as concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA foram superiores às demais. No outono, pode-se observar uma tendência de aumento do número de raízes com a utilização de concentrações crescentes do regulador vegetal (FIGURA 02). Em trabalho realizado com miniestaquia de erva-mate, WENDLING *et al.* (2006) observaram um crescimento linear do número de raízes por estaca com o aumento da concentração de IBA, tanto para o material juvenil quanto para o adulto, o que só foi observado no presente trabalho no outono, com material proveniente de matrizes mais jovens. O outono foi a época mais favorável ao enraizamento e apresentou a melhor resposta à aplicação de IBA para o número de raízes por estaca.

De maneira geral, os valores obtidos para esta variável foram superiores para as matrizes mais jovens, as quais possuem maior vigor (HARTMANN *et al*., 2002). Além disso, segundo WENDLING e XAVIER (2001), com o uso de material com maior grau de juvenilidade obtém-se maior qualidade de enraizamento, resultando assim em maior qualidade da muda produzida.

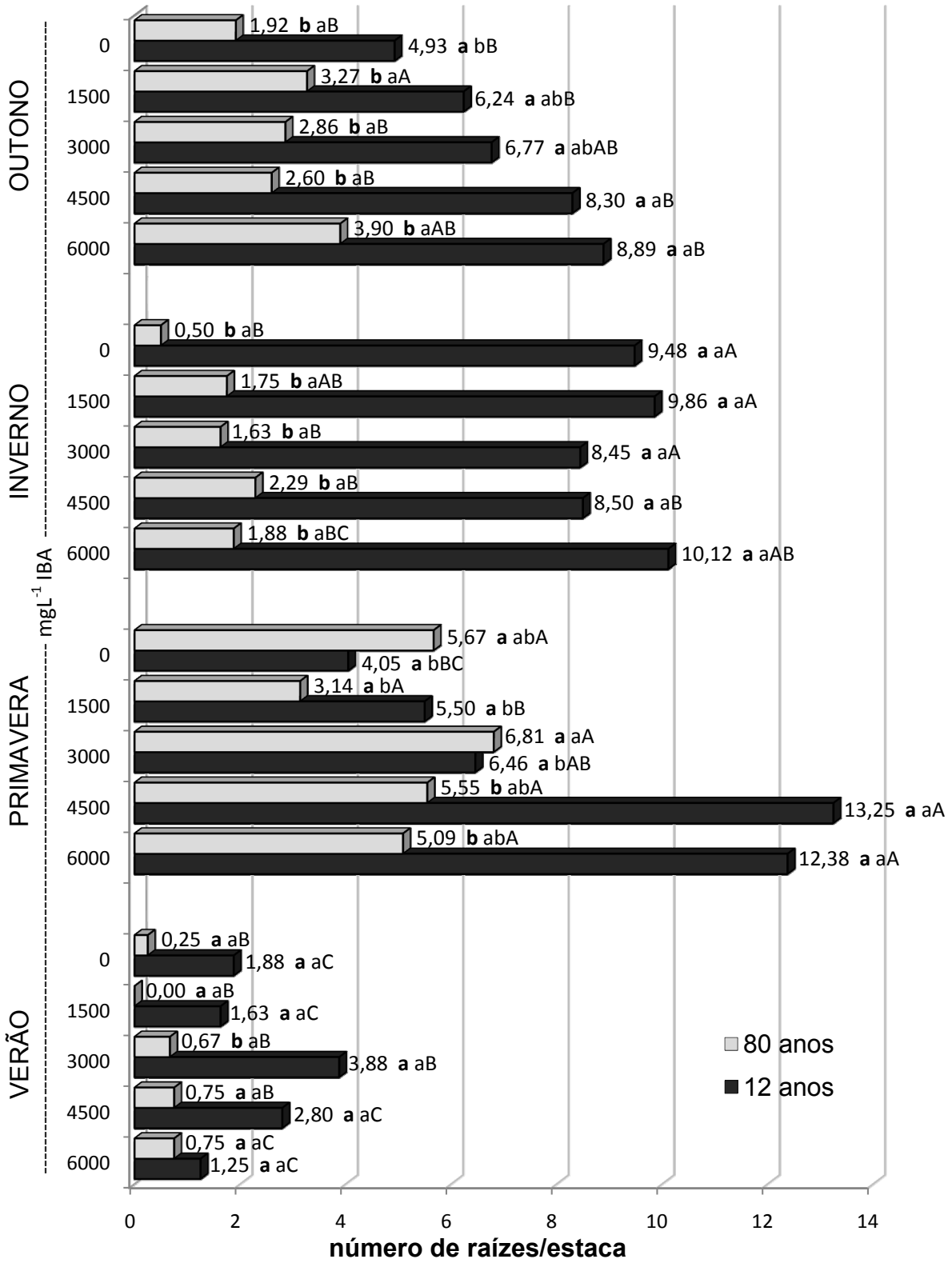
Para as estacas coletadas das matrizes com mais de 80 anos de idade, tanto no inverno, quanto no verão e outono, não foi observada diferença entre os tratamentos com o regulador vegetal. Porém, na primavera, a concentração de 3000mg L^{-1} IBA foi superior à de 1500mg L^{-1} IBA

No inverno e outono, as matrizes de 12 anos foram superiores às de mais de 80 anos para todas as concentrações de IBA testadas. Na primavera não houve diferença estatística entre as matrizes de 13 e mais de 80 anos nas concentrações de 0, 1500 e 3000mg L^{-1} IBA, enquanto nas concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA as matrizes de 12 anos foram superiores. Já no verão, apenas na concentração de 3000mg L^{-1} IBA foi observada superioridade nas matrizes mais jovens, enquanto nas demais concentrações os resultados não diferiram entre si estatisticamente (FIGURA 02).

WENDLING e SOUZA JÚNIOR (2003) observaram que mudas de erva-mate produzidas a partir de propágulos juvenis apresentaram sistema radicial ramificado e vigoroso, enquanto mudas provenientes de material adulto mantidas nas mesmas condições de manejo apresentaram sistema radicial bem menos desenvolvido, ressaltando a importância da juvenilidade do propágulo na qualidade do sistema radicial formado.

Nas concentrações de 0 e 1500mg L^{-1} IBA, no inverno e outono as estacas de matrizes de 12 anos de idade foram superiores àquelas de mais de 80 anos, enquanto no verão e primavera as duas idades não diferiram estatisticamente entre si. Na concentração de 3000mg L^{-1} IBA, as matrizes de 12 anos foram superiores no inverno, verão e outono, enquanto na primavera não diferiram estatisticamente daquelas com mais de 80 anos. Já nas concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA, houve diferença estatística entre as duas idades no inverno, primavera e outono, enquanto no verão não houve diferença significativa. Nas concentrações de 0, 1500 e 3000mg L^{-1} IBA, os melhores resultados foram observados no inverno, com matrizes de 12 anos de idade. Já nas concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA, o melhores resultados foram observados na primavera, também com matrizes de 12 anos de idade (FIGURA 02).

O maior valor encontrado para esta variável foi o de 13,25 raízes; em estacas coletadas na primavera, de matrizes com 12 anos de idade, utilizando 4500mg L^{-1} IBA.



Médias seguidas de uma mesma letra em negrito entre as idades de matrizes, minúscula entre os tratamentos com IBA dentro de cada estação e maiúsculas entre as estações do ano em cada tratamento de IBA, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 02- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

4.3.3 Comprimento das três maiores raízes por estaca

Nas estacas coletadas de matrizes com 12 anos de idade, o verão foi a época que apresentou os menores resultados no comprimento médio das três maiores raízes por estaca, para todas as concentrações de IBA testadas. Na concentração de 0mg L^{-1} IBA, o inverno e a primavera não diferiram entre si estatisticamente, enquanto com 1500mg L^{-1} IBA o inverno foi estatisticamente superior às demais estações. Com 3000mg L^{-1} IBA, inverno, primavera e outono não apresentaram diferença estatística entre si. Já nas concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA, a primavera foi superior às outras épocas de instalação (FIGURA 03).

Tanto no inverno quanto no verão, não houve diferença significativa entre as concentrações de IBA utilizadas. Na primavera, os melhores resultados foram observados nas concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA, e no outono, com 3000, 4500 e 6000mg L^{-1} IBA (FIGURA 03).

Mais uma vez, as matrizes de 12 anos apresentaram melhores resultados do que as de mais de 80 anos, o que se deve ao maior grau de juvenilidade do material, o que se reflete na maior velocidade da formação de raízes (WENDLING, XAVIER; 2001). Por serem mais vigorosas, as estacas oriundas de plantas mais jovens tendem a formar raízes em menor tempo (TITON; XAVIER; OTONI, 2006), de modo que as estacas mais maduras talvez precisem de mais tempo para iniciar o desenvolvimento radicial.

Para as estacas coletadas de matrizes com mais de 80 anos de idade, a primavera foi a melhor época de instalação nas concentrações de 0, 3000 e 4500mg L^{-1} IBA. Na concentração de 1500mg L^{-1} IBA, inverno, primavera e outono não diferiram entre si estatisticamente, enquanto com 6000mg L^{-1} IBA, primavera e outono não apresentaram diferença significativa. Inverno, verão e outono não apresentaram diferenças significativas para as diferentes concentrações de IBA utilizadas. Já na primavera, as concentrações de 1500 e 3000mg L^{-1} IBA diferiram entre si estatisticamente, mas não apresentaram diferenças das demais concentrações (FIGURA 03).

Em experimento com estaquia de erva-mate, utilizando matrizes de mais de 60 anos de idade, SAND (1989) obteve média de 8,40 cm de raízes após 150 dias, valores mais altos do que os obtidos no presente trabalho. Porém, neste caso, as

estacas permaneceram 90 dias no leito de enraizamento, sendo que necessitariam de mais 60 a 90 dias para atingirem tamanhos favoráveis ao transplantio.

Tanto no inverno quanto no outono, as estacas provenientes de matrizes com 12 anos de idade foram superiores àquelas com mais de 80 anos, para todas as concentrações de IBA testadas. Na primavera ocorreu da mesma forma, exceto pelo controle, no qual as duas idades de matrizes foram estatisticamente iguais. Já no verão, não foram observadas diferenças estatísticas entre as duas idades de plantas matrizes para nenhuma das concentrações de IBA. No inverno, as maiores raízes foram encontradas na concentração de 3000mg L^{-1} IBA, enquanto nas demais estações, com aplicação de 4500mg L^{-1} IBA, ambos com matrizes de 12 anos de idade (FIGURA 03).

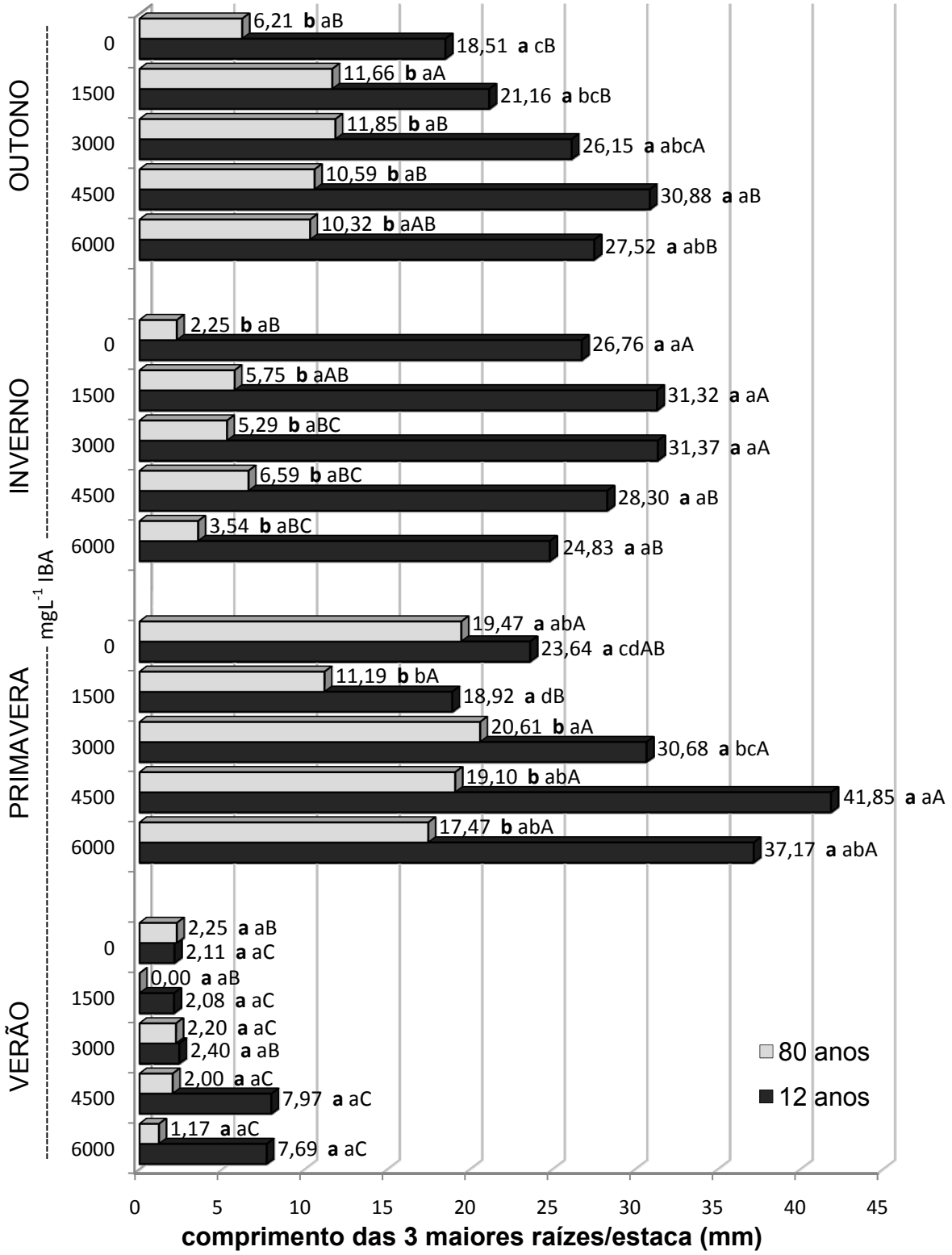
Na concentração de 0mg L^{-1} IBA, as matrizes de 13 e mais de 80 anos diferiram entre si estatisticamente no inverno e outono. Nas demais concentrações foram observadas diferenças estatísticas entre as duas idades no inverno, primavera e outono. Os maiores resultados de comprimento das três maiores raízes para as concentrações de 0, 1500 e 3000mg L^{-1} IBA foram observados no inverno, já para 4500 e 6000mg L^{-1} IBA, na primavera, com matrizes de 12 anos de idade (FIGURA 03).

WENDLING *et al*. (2006), em experimento com erva-mate, observaram que as estacas provenientes de material juvenil não responderam à aplicação de IBA, enquanto o material adulto apresentou incremento no comprimento das raízes com a utilização do regulador. Já no presente experimento, as estacas provenientes de material mais velho tendem a ser menos responsivas à aplicação do regulador vegetal, enquanto o material com 12 anos apresenta maiores variações no comprimento de raízes de acordo com a aplicação do regulador vegetal (FIGURA 03), o que pode estar relacionado à ausência de co-fatores ou presença de inibidores do enraizamento no material mais adulto (ONO e RODRIGUES, 1996; HARTMANN, *et al*., 2002)

O maior valor encontrado para esta variável foi o de 41,85mm de comprimento médio das três maiores raízes, observado em estacas coletadas na primavera, em matrizes de 12 anos de idade e utilizando 4500mg L^{-1} IBA na instalação (FIGURA 03).

Um bom crescimento das raízes no período de enraizamento é importante porque o vigor radicial é um fator diretamente relacionado com o crescimento da

muda após o plantio a campo (BRONDANI *et al*., 2007). Um sistema radicial mal formado pode não será eficiente na absorção de água e nutrientes necessários para atender às necessidades da planta, resultando em deficiência hídrica e nutricional (MAFIA *et al.*, 2005)



Médias seguidas de uma mesma letra em negrito entre as idades de matrizes, minúscula entre os tratamentos com IBA dentro de cada estação e maiúsculas entre as estações do ano em cada tratamento de IBA, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 03- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA (mm) DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRACÕES DE IBA

4.3.4 Porcentagem de estacas com calos

Para estacas coletadas de matrizes de 12 anos de idade, a maior porcentagem de calos foi observada no outono, com utilização de 1500mg L^{-1} IBA. No inverno, primavera e verão, não foram observadas diferenças estatísticas entre as concentrações do regulador vegetal utilizadas. Já no outono, as concentrações de 0 e 1500mg L^{-1} IBA tiveram maior porcentagem de calos do que a concentração de 4500mg L^{-1} IBA. As concentrações de 3000 e 6000mg L^{-1} IBA não diferiram estatisticamente das demais (FIGURA 04).

Na concentração de 0mg L^{-1} IBA, o outono teve maior porcentagem de calos do que o inverno e primavera, mas não diferiu estatisticamente do verão. Na concentração de 1500mg L^{-1} IBA, a primavera apresentou a menor porcentagem de calos, mas não diferiu estatisticamente do inverno e na concentração de 3000mg L^{-1} IBA, apenas primavera e outono apresentaram diferenças significativas. Já nas concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA, as estações não apresentaram diferenças estatísticas entre si (FIGURA 04).

Nas estacas coletadas de matrizes com mais de 80 anos de idade, o outono foi, em todas as concentrações de IBA utilizadas, a estação com maior número de calos, diferindo significativamente das demais. Ainda para estas matrizes, no inverno, o tratamento controle (0mg L^{-1} IBA) teve a menor porcentagem, enquanto a concentração de 4500mg L^{-1} IBA teve a maior porcentagem de calos observada. Na primavera apenas o controle e o tratamento com 6000mg L^{-1} IBA diferiram estatisticamente e no verão os tratamentos com regulador vegetal não apresentaram diferenças entre si. No outono, estação com as mais altas porcentagens apresentadas para esta variável, observou-se diferenças apenas entre o controle e os tratamentos com 3000 e 6000 mg L^{-1} IBA.

No inverno, para as concentrações de 0 e 6000mg L^{-1} IBA, não foram observadas diferenças entre as matrizes de 12 e 80 anos na formação de calos. Porém, nas demais concentrações utilizadas, as matrizes mais jovens tiveram valores inferiores, diferindo estatisticamente das matrizes mais velhas. Na primavera, não foram observadas diferenças estatísticas entre as idades de matrizes para nenhuma das concentrações de IBA e no verão houve diferença apenas na concentração de 1500mg L^{-1} IBA, na qual as matrizes de 12 anos apresentaram valor superior às de 80 anos. No outono, para todas as concentrações do regulador

vegetal, as estacas provenientes de matrizes com 80 anos foram superiores às mais jovens (FIGURA 04).

Para as concentrações de 0 e 6000mg L^{-1} IBA, inverno, primavera e verão não apresentaram diferenças estatísticas na formação de calos entre as duas idades de matrizes, enquanto no outono, as matrizes de 80 anos foram superiores às de 12 anos. Na concentração de 1500mg L^{-1} IBA, apenas a primavera não apresentou diferenças entre as idades de matrizes, enquanto no inverno e outono as matrizes de 80 anos foram superiores. No verão ocorreu o contrário, as matrizes de 12 anos apresentaram maior quantidade de calos do que as de 80 anos. Para as concentrações de 3000 e 4500mg L^{-1} IBA, a primavera e verão não mostraram diferenças entre as idades, enquanto no inverno e outono as matrizes de 80 anos diferiram das de 12 anos significativamente (FIGURA 04).

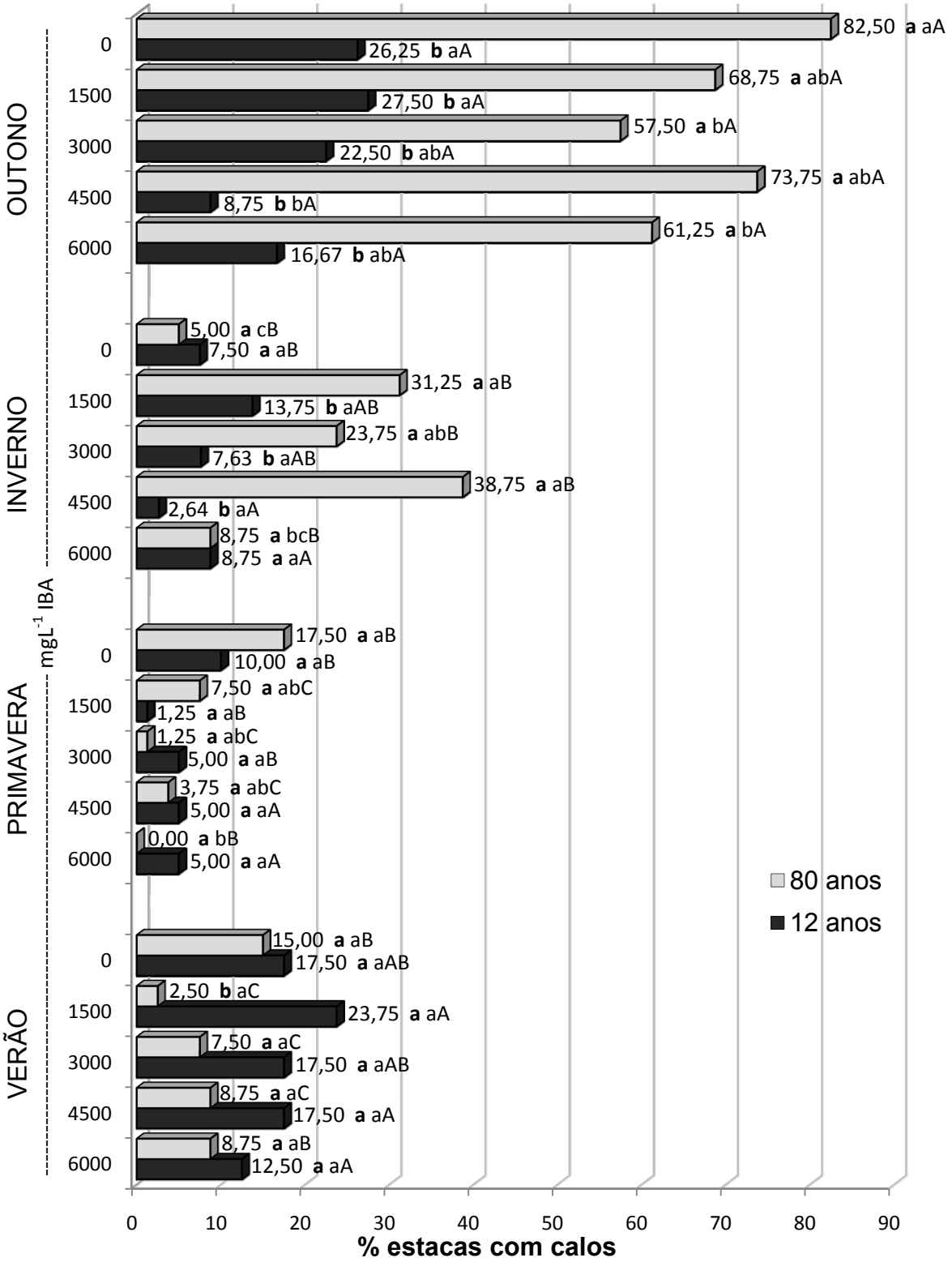
O maior valor encontrado para esta variável foi o de 82,50% de estacas com calos, na estaquia de matrizes com mais de 80 anos, realizada no outono, sem aplicação do regulador vegetal (FIGURA 04).

Em experimento realizado com *Tibouchina pulchra*, espécie considerada de difícil enraizamento, KNAPIK *et al*. (2003) observaram formação de calos após 50 dias, sugerindo que maior tempo de permanência na casa-de-vegetação poderia resultar em taxas de enraizamento mais altas, uma vez que as raízes podem, em alguns casos, se desenvolver a partir do calos.

Segundo HARTMANN *et al*. (2002), a formação de calos pode indicar condições ambientais favoráveis ao enraizamento, mas quando se observa a sua presença em material adulto e ausência em material juvenil, a formação dos calos indica a baixa juvenilidade do material utilizado. Estes fatos foram observados no presente trabalho, visto que as maiores taxas de formação de calos foram observadas no outono, em estacas provenientes de matrizes com mais de 80 anos de idade. O outono apresentou as maiores taxas de enraizamento das matrizes mais jovens, indicando as condições ambientais favoráveis, enquanto para as matrizes mais velhas apresentou as maiores taxas de formação de calos, em conseqüência da baixa juvenilidade das estacas.

HORBACH (2008), em experimento com estaquia de erva-mate, observou que todas as estacas enraizadas apresentaram formação de calos, com avaliação realizada aos 135 dias. Por outro lado, em experimento com estaquia de plantas adultas de erva-mate (11 anos de idade), QUADROS (2009) observou que a

formação de calos é prejudicial ao enraizamento de estacas semilenhosas desta espécie. O que se observa no presente trabalho é que as estacas provenientes de matrizes mais velhas, cujas taxas de enraizamento foram menores, tendem a formar maior quantidade de calos do que as estacas oriundas de matrizes mais jovens. Da mesma forma, as matrizes mais jovens com maiores taxas de enraizamento, apresentaram as menores porcentagens de formação de calos (FIGURA 04), o que indica que a formação de calos é prejudicial ao enraizamento das estacas de erva-mate.



Médias seguidas de uma mesma letra em negrito entre as idades de matrizes, minúscula entre os tratamentos com IBA dentro de cada estação e maiúsculas entre as estações do ano em cada tratamento de IBA, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 04- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE COM CALOS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

4.3.5 Porcentagem de estacas vivas

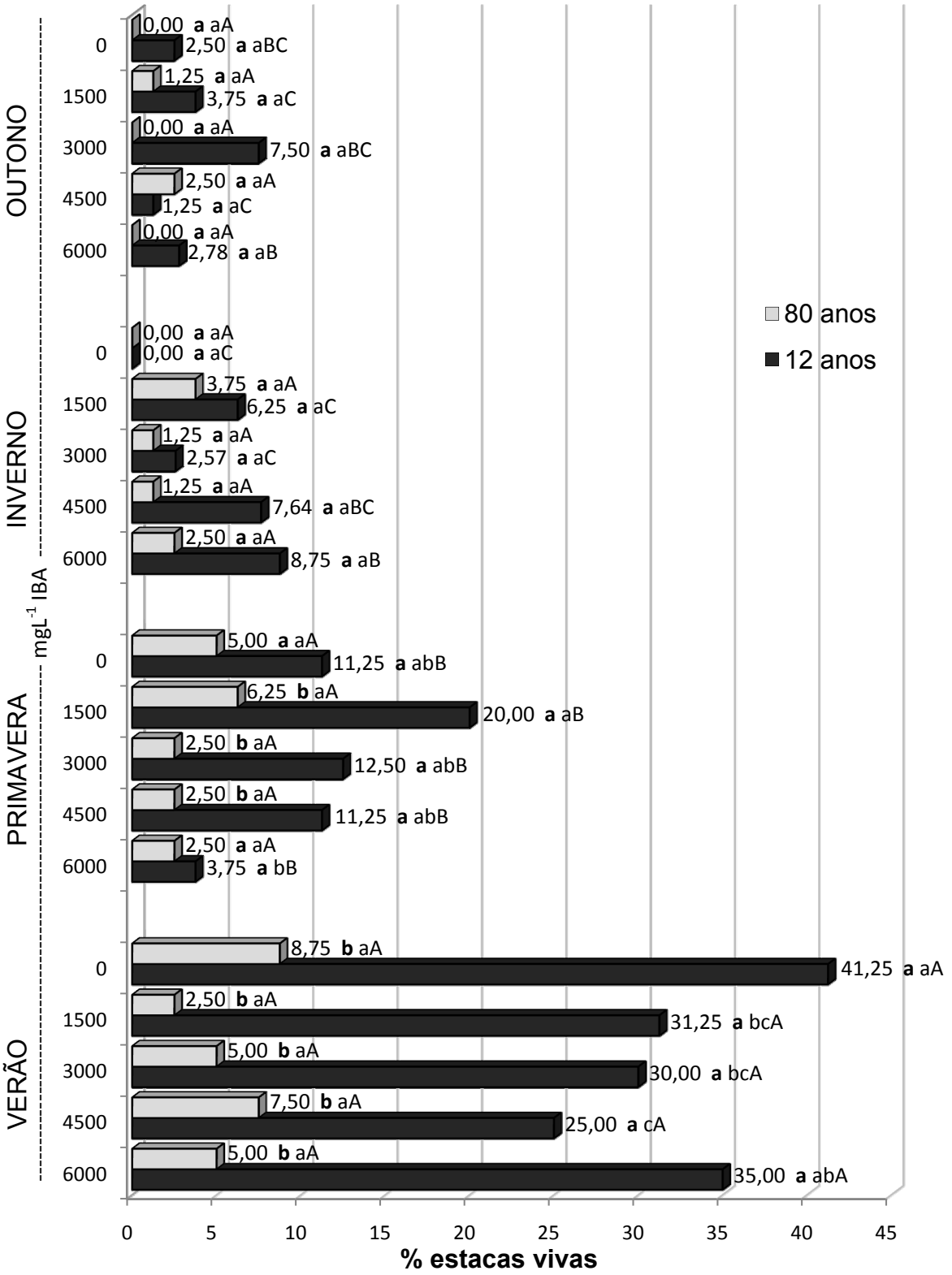
Para a variável porcentagem de estacas vivas, nas matrizes com 12 anos de idade, inverno e outono não apresentaram diferenças estatísticas entre as concentrações de IBA e na primavera a concentração de 1500 diferiu estatisticamente apenas da de 6000mg L^{-1}. No verão, o controle diferiu estatisticamente de 1500, 3000 e 4500mg L^{-1} IBA, que apresentaram os menores valores para esta variável. Em todas as concentrações de IBA testadas o verão foi a época com maior quantidade de estacas vivas, diferindo estatisticamente das demais estações. Para as estacas coletadas de matrizes com 80 anos de idade não foram observadas diferenças estatísticas entre as épocas de coleta, assim como para as concentrações de IBA utilizadas (FIGURA 05).

O verão foi a estação com menor porcentagem de enraizamento, daí a maior porcentagem de estacas vivas (não enraizadas). Da mesma forma, nas estações que apresentaram menor porcentagem de estacas vivas houve maior enraizamento, resultando em valores mais baixos nesta variável. As estacas de material mais jovem, de maneira geral, apresentaram os maiores valores para esta variável. Isto porque são mais vigorosas (HACKETT, 1988) possibilitando a sobrevivência das estacas por mais tempo no leito de enraizamento, mesmo sem a formação de raízes ou calos.

No inverno e outono, não foram observadas diferenças estatísticas entre as duas idades de matrizes, para nenhuma das concentrações de IBA. Na primavera, as concentrações de 0 e 6000mg L^{-1} IBA não tiveram diferenças entre as idades, enquanto nas demais concentrações as matrizes de 12 anos tiveram as maiores porcentagens de estacas vivas. Já no verão, para todas as concentrações de IBA testadas, as matrizes mais jovens diferiram estatisticamente das mais velhas, com valores superiores para esta variável (FIGURA 05).

Nas concentrações de 0 e 6000mg L^{-1} IBA, apenas o verão apresentou diferenças estatísticas entre as duas idades de plantas matrizes. Nas demais concentrações foram observadas diferenças entre as idades na primavera e verão. Em todos os casos de diferenças significativas, as matrizes de 12 anos foram superiores àquelas de 80 anos. Para todas as concentrações, tanto no inverno quanto no outono, não foram observadas diferenças entre as idades das matrizes.

O maior valor encontrado para esta variável foi o de 41,25% de estacas vivas, em estaquia realizada no verão, com matrizes de 12 anos de idade e sem aplicação de IBA (FIGURA 05). A sobrevivência deste material aponta a possibilidade de que um maior tempo de permanência das estacas na casa-de-vegetação pode levar a um futuro enraizamento das mesmas.



Médias seguidas de uma mesma letra em negrito entre as idades de matrizes, minúscula entre os tratamentos com IBA dentro de cada estação e maiúsculas entre as estações do ano em cada tratamento de IBA, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 05- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE VIVAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

4.3.6 Porcentagem de estacas mortas

A porcentagem de estacas mortas, nas matrizes com 12 anos de idade, não diferiu estatisticamente entre as concentrações do regulador vegetal na primavera, verão e outono. Já no inverno, os menores valores foram encontrados nas concentrações de 0 e 1500mg L^{-1} IBA, os quais diferiram das concentrações de 4500 e 6000mg L^{-1} IBA. A concentração de 3000mg L^{-1} IBA não diferiu estatisticamente das demais. No controle, o verão foi a estação com maior mortalidade de estacas, diferindo estatisticamente das demais. Na concentração de 1500mg L^{-1} IBA, verão e primavera tiveram os maiores valores para esta variável. Utilizando 3000mg L^{-1} IBA, o verão também foi a estação com maior mortalidade de estacas, porém, não diferiu estatisticamente da primavera. Na concentração de 4500mg L^{-1} IBA, inverno, primavera e verão não diferiram entre si estatisticamente com os maiores valores e com 6000mg L^{-1} IBA, inverno e verão tiveram as mais altas mortalidades. Em todas as concentrações o outono foi a estação com a menores taxas de mortalidade de estacas (FIGURA 06).

Para as estacas coletadas das matrizes com 80 anos de idade, apenas no outono não foram observadas diferenças estatísticas entre as concentrações de IBA testadas. No inverno, as concentrações de 0 e 6000mg L^{-1} IBA foram as que apresentaram as maiores porcentagens de estacas mortas. Na primavera, o menor valor foi encontrado no controle, que diferiu significativamente das concentrações de 3000, 4500 e 6000mg L^{-1} IBA. No verão, a menor porcentagem de estacas mortas foi observada no controle, que diferiu estatisticamente da concentração de 1500 mg L^{-1} IBA. Assim como nas matrizes com 12 anos de idade, o outono foi a estação que apresentou as menores taxas de mortalidade, diferindo estatisticamente das demais estações, em todas as concentrações de IBA testadas (FIGURA 06).

No inverno, apenas a concentração de 4500mg L^{-1} IBA não apresentou diferença estatística entre as duas idades de plantas matrizes. Nas demais concentrações, a idade de 80 anos teve os maiores valores de mortalidade de estacas. Da mesma forma, as matrizes mais velhas tiveram taxas mais altas de mortalidade em todas as concentrações testadas, na primavera e verão. Já no outono, não foram observadas diferenças estatísticas entre as duas idades de matrizes para nenhuma das concentrações do regulador vegetal. O outono foi a

época com as menores taxas de mortalidade das estacas, para as duas idades e todas as concentrações de IBA (FIGURA 06).

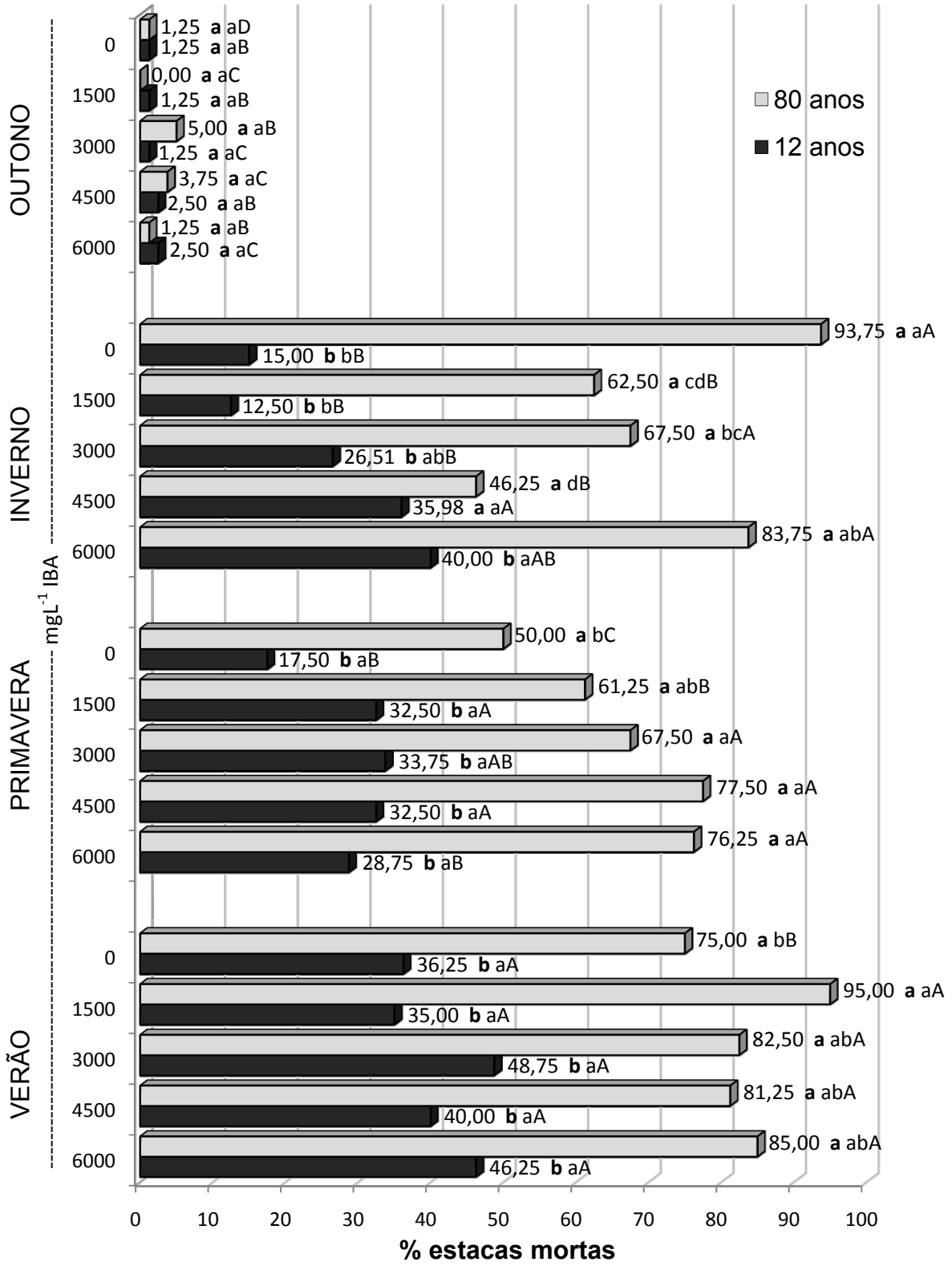
Uma das características da maturação é a perda do vigor vegetativo (HACKETT, 1987), o que pode ser observado no presente trabalho, uma vez que as mais altas taxas de mortalidade, de maneira geral, foram observadas nas estacas provenientes de matrizes mais velhas.

GRAÇA *et al*. (1988), afirmam que a alta taxa de mortalidade das estacas é um dos principais fatores que dificultam a estaquia da erva-mate, o que neste trabalho parece estar relacionado principalmente com a época de coleta das estacas, já que no outono a mortalidade foi baixa para as duas idades de plantas matrizes, assim como para todas as concentrações do regulador vegetal. Essa menor mortalidade das estacas no outono está relacionada à condição fisiológica dos ramos no momento da coleta, pois é neste período que a planta começa a estocar reservas no caule, de modo que estas estarão imediatamente disponíveis (ZUFFELLATO-RIBAS e RODRIGUES, 2001) para a manutenção da estaca na casa-de-vegetação e conseqüentemente diminuindo a mortalidade das mesmas.

Para as concentrações de 0, 1500, 3000 e 6000mg L^{-1} IBA, as duas idades de plantas matrizes diferiram significativamente entre si, tanto no inverno, quanto na primavera e verão. Na concentração de 4500mg L^{-1} IBA, no inverno, as duas idades não apresentaram diferenças estatísticas. Para todas as concentrações de IBA, o outono não apresentou diferenças entre as duas idades (FIGURA 06).

O maior valor encontrado para esta variável foi o de 95% de mortalidade, com estacas coletadas no verão, de matrizes com 80 anos de idade e utilização de 1500mg L^{-1} IBA. Para a mesma concentração do regulador vegetal e mesma idade de matriz foi observada a menor taxa de mortalidade, que foi nula, no outono (FIGURA 06).

SAND (1989), em experimento com estaquia de material adulto e juvenil de erva-mate, observou mortalidade de 68,50% em estacas provenientes de matrizes de 60 anos de idade, enquanto nas estacas juvenis, oriundas de plantas com um anos de idade, essa taxa foi de 8,30%. Da mesma forma, HIGA (1982) obteve mortalidade de até 87,50% de estacas de erva-mate provenientes de material adulto, enquanto com material jovem essa taxa caiu 25,00%. O autor ressalta a necessidade de mais estudos na estaquia de material adulto, pois a sua utilização permite a seleção fenotípica e genética das plantas.



Médias seguidas de uma mesma letra em negrito entre as idades de matrizes, minúscula entre os tratamentos com IBA dentro de cada estação e maiúsculas entre as estações do ano em cada tratamento de IBA, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 06- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

4.4 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho pode-se concluir que:

● Estacas coletadas de matrizes mais jovens de erva-mate apresentaram maior indução radicial;

● Tratamentos com IBA não aumentaram o número de estacas enraizadas de erva-mate;

● O verão apresentou resultados significativamente inferiores às demais estações, com baixos índices de enraizamento;

● Para as matrizes com mais de 80 anos de idade, inverno e verão foram as épocas de coleta com menores taxas de enraizamento, enquanto o outono foi a época que mais favoreceu a indução radicial para as duas idades de plantas matrizes testadas;

● A formação de calos foi prejudicial ao enraizamento de estacas de erva-mate.

4.5 REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. *et al*. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 442p, 2004.

BLAKESLEY, D.; WESTON, G.D.; ELLIOTT, M. C., Endogenous levels of indole-3-acetic acid and abscisic acid during the rooting of Cotinus coggygira cuttings taken at different times of the year. **Plant Growth Regulators**, Dordecht, v.10, n.1, p.1-12, 1991.

BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária Ltda.; Editora da Universidade de São Paulo, 1977, 176 p.

BRONDANI, G. E. *et al*. Ambiente de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n.3, p.257-67, 2007.

BRONDANI, G. E. *et al*. Composições de substratos e ambientes de enraizamento na estaquia de *Ilex paraguariensis* A. St. -Hil. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n.1, p.41-9, 2009.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas – EMBRAPA – CNPF. 1994. Colombo – PR.

CUQUEL, F. L.; CARVALHO, M. L. M. de; CHAMMA, H. M. C. P. Avaliação de métodos de estratificação para a quebra de dormência de sementes de erva-mate. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.51, n.3, p.415-21, 1994.

DIAZ-SALA, C. *et al*. Maturation-related loss in rooting competence by loblolly pine stem cuttings: the role of auxin transport, metabolism and tissue sensitivity. **Physiologia Plantarum**. Copenhagen. v. 97. n. 3. p.481-490. 1996.

DUTRA, L. F.; HANSEL, F. A.; WENDLING, I. **Introdução ao cultivo *in vitro* da erva-mate (*Ilex paraguariensis*).** Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 38. Colombo: Embrapa Florestas, 33p, 2008.

FERREIRA, A. G. Estrutura e desenvolvimento da semente e embrião.In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

FLOSS, P. A. Programa de melhoramento genético da erva-mate na Epagri. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

GRAÇA, M. E. C. *et al*. **Estaquia de erva-mate**. Circular Técnica, 18. Colombo: Embrapa – CNPF, 1988, 6p.

HACKETT, W. P. Donnor plant maturation. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, v.2, 1988. p.11-28.

HARTMANN, H. T. *et al*. **Plant Propagation:** Principles and Pratices. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.

HIGA, R. C. V. **Estaquia da erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire)**: resultados preliminares. In: EMBRAPA. Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul (Curitiba, PR). Contribuição da URPFCS ao 4º Congresso Florestal Brasileiro. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, p.43-48, 1982.

HORBACH, M. A. **Propagação *in vitro* e *ex vitro* de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire – Aquifoliaceae).** 63f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2008. Disponível em: http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_arquivos/10/TDE-2008-06-03T134525Z-1561/Publico/MICHELIHORBACH.pdf. Acesso em: 25/07/09.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 1ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 452p, 2004.

KNAPIK, J. G. *et al*. Influência da época de coleta e da aplicação de ácido indol butírico na propagação por estaquia da *Tibouchina pulchra* (Cham.) Cogn. (quaresmeira). **Iheringia**, Porto Alegre, v.58, n.2, p.171-9, 2003.

MAFIA, R. G. *et al.* Critério técnico para a determinação da idade ótima de mudas de Eucalipto para plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p.947-953, 2005.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Controle de qualidade da erva-mate com vistas a certificação. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate**. Curitiba: Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, 104p, 1988.

NAU, J. **Ball Perennial Manual**: Propagation and Production. 1 ed. Illinois: Ball Publishing, 1996, p. 15-20.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. 1ed. FUNEP: Jaboticabal, 1996, 83p.

PRAT KRICUN, S. D. **Propagación vegetativa de plantas adultas de yerba-mate**. In.: WINGE, H. *et al*., Erva- mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, p.183-195, 1995.

QUADROS, K. M. **Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire – Aquifoliaceae)**. Santa Maria, 2009. 58p. Dissertação (Mestrado em

Engenharia Florestal) – Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

SAND, H. A. **Propagacion agamica de la yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. INTA. Nota tecnica, 40. Cerro Azul: INTA. Estacion Experimental Agropecuaria Misiones, 11p, 1989.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Programa de melhoramento genético da erva-mate no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas da Embrapa. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

TAVARES, F. R.; PICHETH, J. A.; MASCHIO, L. M. de A. Alguns fatores relacionados com a estaquia da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) St. Hil. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. Florestas: Desenvolvimento e Conservação: **Anais...** Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, p.626-639, 1992.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Clonal propagation of *Eucalyptus grandis* using the mini-cutting and micro-cutting techniques. **Scientia Florestalis**, São Paulo, n.71, p.109-17, 2006.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.187-94, 2001.

WENDLING, I. *et al.* Miniestaquia de propágulos juvenis e adultos de erva-mate sob diferentes concentrações de ácido indol butírico. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 4.; REUNIÓN TÉCNICA DE LA YERBA MATE, 4., EXPOSICIÓN DE AGRONEGOCIOS DE LA YERBA MATE, 2., 2006, Posadas. **Anais...** Posadas: INTA, 2006. p. 189-193

WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó. **Anais...** [Chapecó]: EPAGRI, 2003. s. 3-1. Seção: Conservação, Melhoramento e Multiplicação. Feira do Agronegócio da Erva-mate, 1., 2003, Chapecó. Integrar para promover o agronegócio da erva-mate.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: Uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. 1 ed. Katia Christina Zuffellato-Ribas, Curitiba, 2001, 39 p.

5 CAPÍTULO III:
ESTAQUIA DE BROTAÇÕES DO ANO E REBROTA DE DECEPA DE ERVA-MATE

RESUMO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) é uma espécie nativa da América do Sul, de grande importância econômica devido a seu consumo na forma de chás e também vem sendo amplamente estudada nas áreas de farmacologia e biotecnologia. No entanto, tem baixa capacidade de propagação, seja ela sexuada ou assexuada. Um dos principais efeitos da maturação é a perda da capacidade de enraizamento. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivos observar a influência do rejuvenescimento e aplicação de ácido indol butírico (IBA) no enraizamento de estacas caulinares de erva-mate. Foram confeccionadas estacas a partir de brotações do ano de árvores de 12 anos, assim como de brotos rejuvenescidos, obtidos da decepa de árvores com 17 anos. As estacas foram tratadas com IBA em solução nas seguintes concentrações: 0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg L^{-1}, resultando em 5 tratamentos para cada tipo de estaca. O plantio foi realizado em caixas plásticas preenchidas com vermiculita e casca-de-arroz carbonizada na proporção de 1:1 e após 90 dias em casa-de-vegetação, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes/estaca, comprimento das 3 maiores raízes/estaca, porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas. A análise estatística mostrou que o material rejuvenescido apresentou os melhores resultados quanto à porcentagem de estacas enraizadas, assim como de número e comprimento de raízes. Já a aplicação da auxina sintética não influenciou no enraizamento das estacas de nenhum dos dois tipos, de modo que os tratamentos com IBA não diferiram entre si estatisticamente.

Palavras-chave: ácido indol butírico, rejuvenescimento, *Ilex paraguariensis*.

ABSTRACT: Rooting of cutting of "erva-mate" (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) from rejuvenated branches.

"Erva-mate" (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) is a native species from South America with great economic importance due to the fact that it's consumed as tea and also because lately it has been studied in pharmacology and biotechnology. However, the species has low propagation ability, no matter if sexually or not. One of the main effects of maturation is the loss of rooting ability, therefore, this paper had as main goals to verify the influence of rejuvenation and the application of the synthetic auxin indolebutyric acid (IBA) in rooting of cuttings from "erva-mate". Cuttings were made from branches of the year from 12 year old trees and from rejuvenated branches of stump regrowth from 17 year old trees. Cuttings were treated with IBA solution with the concentrations: 0, 1500, 3000, 4500 e 6000 mg L^{-1}, resulting in 5 treatments for each cutting type. The cuttings were planted in plastic containers filled with vermiculite and carbonized rice bark in a 1:1 ratio. After 90 days in green-house the cuttings were evaluated for percentage of cuttings with roots, average number of roots per cutting, length of the three largest roots by cutting and percentage of cuttings alive, with callus and dead. Statistical analyses showed that the rejuvenated material had the best results for rooting percentage, number of roots number and length (65.50, 13.20 and 27.78mm, respectively). The application of synthetic auxin did not influence the rooting of none cuttings' type and the treatments with IBA did not differ statistically.

Key-words: indolebutyric acid, rejuvenation, *Ilex paraguariensis*.

5.1 INTRODUÇÃO

Ilex paraguariensis St. Hill. (Aqüifoliaceae), também conhecida como erva-mate, é uma espécie arbórea nativa da floresta ombrófila mista na América do Sul, cujas folhas são largamente utilizadas na medicina e consumidas na forma de chá. É uma espécie de grande importância sócio-econômica para a região sul do Brasil, Paraguai e Argentina (FOWLER; STURION, 2000; LORENZI; MATOS, 2002).

A taxa de germinação de suas sementes é baixa e desuniforme, devido à imaturidade do embrião, o que dificulta a produção de mudas, tornando a estaquia uma alternativa à propagação desta espécie (CARVALHO, 1994; FOWLER; STURION, 2000).

A passagem da fase juvenil para a adulta pode alterar a capacidade de enraizamento das plantas (WENDLING; XAVIER, 2001), de modo que a perda da capacidade de formar raízes é um dos principais efeitos da maturação (DIAZ-SALA *et al*., 1996). Isto gera problemas na propagação vegetativa porque, muitas vezes, as características desejadas de uma planta matriz são expressas depois da maturidade (HARTMANN *et al*., 2002)

Matrizes selecionadas e multiplicadas assexuadamente passam a constituir clones, processo que pode ser usado no resgate do material superior e em muitos casos, o resgate de matrizes requer a obtenção de material juvenil com capacidade de enraizar. O resgate pode ser feito por meio de corte raso e a rebrota destas árvores que alcançaram a maturidade pode ser utilizada na propagação vegetativa (ALFENAS *et al*., 2004; BORGES JÚNIOR *et al*., 2004). Segundo HARTMANN *et al*. (2002), os brotos provenientes das gemas laterais de base possuem maior juvenilidade dos tecidos e são mais vigorosos, fatores que melhoram a capacidade de enraizamento dos mesmos. Além disso, plantas podadas podem fornecer grandes quantidades de material juvenil para a produção de mudas.

WENDLING e XAVIER (2003), concluíram que a miniestaquia seriada é indicada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus grandis* com baixo potencial de enraizamento, enquanto SCHUCH *et al*. (2007), obtiveram altas taxas enraizamento (chegando a 66,8%) de mirtilo (gênero *Vaccinium*) *in vitro*, sucesso este atribuído ao rejuvenescimento obtido pela micropropagação.

De acordo com MEDRADO *et al*. (2002), mudas de boa qualidade representam o melhor insumo para o estabelecimento de um bom plantio de erva-

mate. Porém, uma das limitações da propagação vegetativa desta espécie por estaquia é a falta de métodos eficientes de obtenção de propágulos rejuvenescidos, com alta capacidade de enraizamento (WENDLING; DUTRA; GROSSI, 2007).

Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram verificar a influência do rejuvenescimento por meio de decepa e aplicação da auxina sintética ácido indol butírico (IBA), no enraizamento de estacas caulinares de erva-mate.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação pertencente à Embrapa Florestas, localizada em Colombo – PR, entre janeiro (verão) e abril (outono) de 2007. Foram confeccionados dois tipos de estacas, de acordo com a origem do material utilizado, sendo os seguintes: a) estacas de brotações de copa, provenientes de árvores com 12 anos de idade e b) estacas de brotações basais juvenis, provenientes de brotação induzida pela decepa realizada em árvores de 17 anos de idade - inverno de 2006, a 60 cm do solo - de modo que a rebrota possuía cerca de 6 meses de idade.

As estacas foram confeccionadas com cerca de 12 cm de comprimento e duas folhas com sua área reduzida à metade, corte em bisel na base e reto no ápice. A desinfestação foi realizada com hipoclorito de sódio a 0,5% por 5 minutos, seguida de lavagem em água corrente por 5 minutos. As bases das estacas foram então imersas em uma solução com fungicida sistêmico (Benomyl, $1gL^{-1}$) por 15 minutos e posteriormente tratadas com IBA em solução (50% alcoólica) por 10 segundos, nas concentrações de 0; 1500; 3000; 4500 e 6000 mg L^{-1}. O plantio foi realizado em caixas plásticas, utilizando casca-de-arroz carbonizada e vermiculita de granulometria média como substrato, na proporção de 1:1 (v/v). Após 90 dias em casa-de-vegetação climatizada (U.R.= 85% e Temp.= 20-30ºC), foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento das 3 maiores raízes por estaca, porcentagem de estacas com calos, vivas e mortas.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial de 5 tratamentos e 2 tipos de estacas (5 x 2), com 4 repetições de 20 estacas por unidade experimental. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Inicialmente, as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste de F. Quando os resultados revelaram existir diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

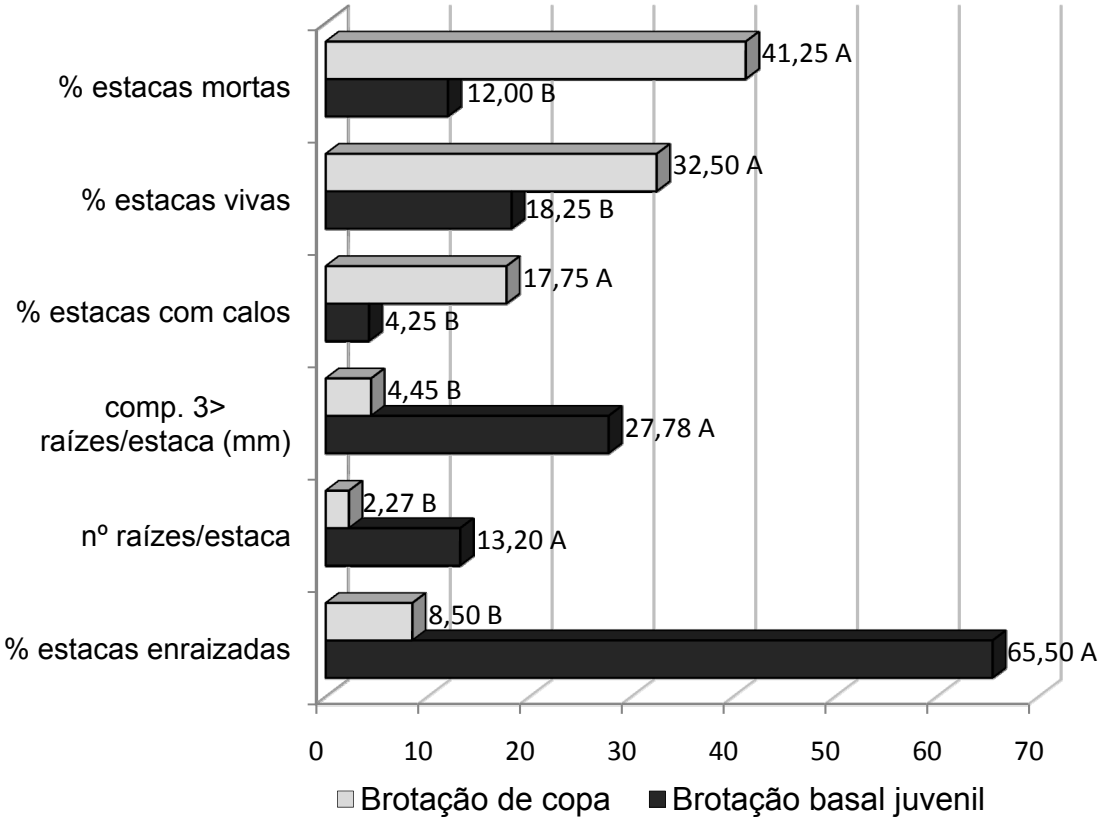
A análise de variância (TABELA 24) revelou, para as variáveis analisadas, que a interação entre as concentrações de IBA e os tipos de estacas não foram significativas, indicando que estes fatores são independentes. Somente o fator tipo de estaca mostrou diferença estatisticamente significativa.

O teste de comparação de médias (FIGURA 07) foi feito utilizando apenas as médias dos resultados dos dois tipos de estacas, uma vez que os tratamentos com IBA não diferiram entre si estatisticamente (TABELA 24).

TABELA 24- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA AS VARIÁVEIS PORCENTAGEM DE ESTACAS ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA, PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM ESTACAS PROVENIENTES DE BROTAÇÕES DE COPA E BROTAÇÕES BASAIS JUVENIS DE ERVA-MATE E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

Fator de variação	G.L.	QUADRADO MÉDIO					
		Estacas enraizadas (%)	Nº raízes por estaca	Comp. 3 > raízes (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas mortas (%)
IBA	4	158,44^{ns}	5,88^{ns}	74,32^{ns}	44,69^{ns}	68,13^{ns}	65,00^{ns}
Tipo de estaca	1	32490,00**	1192,14**	5443,12**	1822,50**	2030,63**	8555,63**
IBA x Tipo	4	47,81^{ns}	15,20^{ns}	43,33^{ns}	61,56^{ns}	177,50^{ns}	133,75^{ns}
Erro	30	185,83	13,16	57,92	47,08	130,21	100,63
Coeficiente de variação (%)		36,84	46,84	47,23	62,38	44,97	37,68
Qui -quadrado		15,26	16,47	15,58	8,91	7,65	12,03

G.L. Graus de liberdade
^{ns} Não significativo
**Significativo ao nível de 1% de probabilidade



Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

FIGURA 07- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA AS VARIÁVEIS PORCENTAGEM DE ESTACAS ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS TRÊS MAIORES RAÍZES POR ESTACA, PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM ESTACAS PROVENIENTES DE BROTAÇÕES DE COPA E BROTAÇÕES BASAIS JUVENIS DE ERVA-MATE E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

As estacas provenientes brotações basais provenientes da decepa, compostas de material juvenil, obtiveram maior porcentagem de enraizamento, assim como maior número de raízes e maior comprimento médio das três maiores raízes quando comparadas àquelas provenientes de brotações de copa (Figura 07). Isto indica que a utilização de técnicas de indução de brotações basais juvenis para coleta de material é eficiente na otimização do enraizamento de estacas de erva-mate.

HARTMANN *et al*. (2002), afirmam que o rejuvenescimento pode ser obtido, entre outros métodos, por meio de decepa da planta matriz. Os ramos obtidos terão maior capacidade de enraizamento, o que muitas vezes torna possível a propagação

vegetativa de plantas difíceis de enraizar na estaquia convencional. Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram com esta afirmação, uma vez que as estacas provenientes de brotações basais induzidas pela decepa apresentaram resultados superiores de enraizamento quando comparadas às de brotação do ano. Resultado semelhante foi obtido por MONTEUUIS *et al*. (1995), em experimento com *Acacia mangium*, no qual as estacas provenientes de decepa obtiveram maior enraizamento do que aquelas de brotações apicais de plantas da mesma idade daquelas decepadas.

MEDRADO *et al*. (2002), sugerem que a recuperação de ervais degradados pode ser realizada por meio de decepa total das árvores cuja produtividade está baixa e isto estimulará a formação de novas brotações, que serão vigorosas. Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que estes brotos podem também ser coletados para a produção de mudas desta espécie por meio da estaquia. A aplicação de IBA não afetou o enraizamento, o que pode indicar uma quantidade endógena de auxinas suficiente para a promoção do processo de formação de raízes nas estacas juvenis, uma vez que as estacas maduras enraizaram pouco.

Em experimento com estacas provenientes de decepa de *Eucalyptus cloeziana*, uma espécie considerada de difícil enraizamento, ALMEIDA, XAVIER e DIAS (2007), obtiveram enraizamento superior a 90% das estacas coletadas de brotações de clones com 5 anos de idade e a aplicação de IBA não influenciou na formação de raízes destas estacas, assim como no presente trabalho. Os mesmos autores observaram ainda que em clones com 15 anos de idade, a aplicação de IBA foi significativa para alguns dos clones testados, mas de maneira geral, os clones com 5 anos de idade foram os que mostraram maior predisposição ao enraizamento.

As estacas provenientes de brotação da copa apresentaram maior porcentagem de estacas com calos (17,75%), vivas (32,50%) e mortas (41,25%), quando comparadas àquelas provenientes de brotações basais juvenis (4,25%; 18,25% e 12,00% respectivamente) (Figura 07), uma vez que foram as de menor enraizamento. IRITANI (1981), em experimento com estacas coletadas de plantas matrizes de erva-mate com 40 anos de idade, observou alta mortalidade das estacas, chegando a 90%. Porém, INOUE e PUTTON (2007), em experimento com diversas espécies arbóreas, obtiveram 68,7% de enraizamento das estacas de erva-mate tratadas com o produto comercial Enraizador Bioflora®.

No presente trabalho, a aplicação de IBA não otimizou o enraizamento das estacas de brotações da copa, o que pode indicar a ausência de um co-fator necessário ao enraizamento ou até mesmo a presença de um composto que diminua o potencial de enraizamento de estacas provenientes de material adulto. Segundo HARTMANN *et al*. (2002), o material que não apresenta enraizamento com a aplicação de regulador vegetal é classificado como difícil de enraizar, porque o fator limitante à formação de raízes não é ausência de um hormônio, mas pode ser a presença de um inibidor de enraizamento ou deficiência de algum composto ou nutriente necessário ao processo.

Em experimento com *Acacia mangium*, POUPARD *et al*. (1994) observaram que estacas provenientes de mudas de sementes enraizaram melhor do que aquelas provenientes de rebrota, o que mostra os efeitos negativos da maturação no enraizamento. Isto pode ocorrer devido a uma deficiência de promotores e excesso de inibidores de enraizamento no material provenientes de plantas adultas. Esta presença de inibidores do enraizamento pode justificar a baixa porcentagem de estacas enraizadas provenientes de material adulto, mesmo com a aplicação de IBA.

5.4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho, é possível concluir que brotações basais juvenis de erva-mate possuem maior potencial para o enraizamento e vigor radicial e a aplicação de IBA não influenciou a formação de raízes nas estacas desta espécie.

5.5 REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. *et al*. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. 1 ed. Viçosa: Editora UFV. 442p. 2004.

ALMEIDA, F. D. de; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore.** Viçosa, v.31, n.3, p.445-453, 2007.

BORGES JÚNIOR, N. *et al*. Rebrota de cepas de árvores adultas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, v. 28, n. 4, 2004.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa Florestas: 1994.

DIAZ-SALA, C. *et al*. Maturation-related loss in rooting competence by loblolly pine stem cuttings: the role of auxin transport, metabolism and tissue sensitivity. **Physiologia Plantarum**. v. 97, n. 3, p.481-490. 1996.

FOWLER, J. A. P.; STURION, J. A. **Aspectos da formação do fruto e da semente na germinação de erva-mate.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 5p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 45).

HARTMANN, H. T. *et al*. **Plant Propagation:** Principles and Pratices. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.

INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Floresta.** v.37, n.1, p.55-61, 2007.

IRITANI, C. **Ação de reguladores do crescimento na propagação vegetativa por estaquia de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire e *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze.** 1981. 163p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil**: nativas e exóticas. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. p. 71-72.

MEDRADO, M. J. S. *et al*. **Recuperação de ervais degradados.** Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 6p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 86).

MONTEUUIS, O. *et al*. Rooting *Acacia mangium* cuttings of different physiological age with reference to leaf morphology as a phase change maker. **Silvae genetica.** v. 44, n.2-3, p.150-154, 1995.

POUPARD, C. *et al*. Rooting Acaia mangium cuttings: effects of age, within-shoot position and auxin treatment. **Silvae Genetica.** v.43, n.4, p.226-230, 1994.

SCHUCH, M. W. *et al*. AIB e substrato na produção de mudas de mirtilo cv. “Climax” através de microestaquia. **Ciência Rural.** v.37, n.5, p. 1446-1449, 2007.

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

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

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

6 CAPÍTULO IV:

ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 6 MESES DE IDADE PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA DE PLANTAS MATRIZES DE ERVA-MATE DE DUAS IDADES

RESUMO

A região Sul é a maior produtora da erva-mate no Brasil, porém ainda há problemas na implantação de povoamentos com esta espécie. Para algumas espécies, a juvenilidade é fator limitante ao enraizamento e existe a necessidade de obtenção de propágulos juvenis para que se realize a propagação vegetativa, os quais podem ser obtidos por meio de rebrota de cepa ou anelamento do caule, entre outros. O objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de enraizamento de estacas oriundas de brotações de 6 meses de idade provenientes de anelamento e decepa de árvores de erva-mate com 17 e mais de 80 anos, realizados no inverno e verão. Não foi realizado tratamento com regulador vegetal, o plantio foi realizado em caixas plásticas preenchidas com vermiculita e casca-de-arroz carbonizada na proporção de 1:1 e após 90 dias em casa-de-vegetação, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes/estaca, comprimento das 3 maiores raízes/estaca, porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas. Os resultados obtidos mostram que as estacas provenientes de brotações juvenis apresentam bom potencial de enraizamento, chegando a 88,75% no tratamento correspondente a estacas oriundas de anelamento de árvores de 17 anos de idade. A porcentagem de calos (50%) e mortalidade nula no experimento instalado com brotações da decepa realizada no verão indica a possibilidade de que maior tempo de permanência no leito de enraizamento pode levar à formação de raízes.

Palavras-chave: enraizamento, rejuvenescimento, *Ilex paraguariensis*

ABSTRACT: Cutting of six months age sprouts from girdling and stump of two stock plants ages

The Southern brazilian region is the largest producer of erva-mate, but still there are many difficulties to introduce plantation with this species. For some species juvenility is a limitant factor to rooting, requiring juvenile propagules for its vegetative propagation, which can be obtained for stump regrowth or stem girdling. This work aimed verify the rooting ability of cuttings from six months old sprouts obtained from girdling and stump of “erva-mate” mature trees with 17 and 80 year of age, carried duringing Winter/2006 and Summer/2007. No plant regulator was applied and the plantings were made in plastic containers filled with vermiculite and carbonized rice bark, in a 1:1 ratio After 90 days at green-house environment, the cuttings were evaluated for percentage of cuttings with roots, average number of roots per cutting, length of the three largest roots by cutting and percentage of cuttings alive, with callus and dead. The results showed that cuttings from rejuvenated branches presented good rooting ability, reaching 88.75% in cuttings from girdling of 17 years old trees. The cuttings with callus presence (50%) and the absence of mortality during the experiment with branches from stump, during the Summer, indicated that leaving the plant for a larger period of time in rooting bed would promote the adventitious root formation.

Key-words: rooting, rejuvenation, *Ilex paraguariensis*.

6.1 INTRODUÇÃO

A erva-mate é uma cultura de grande importância para os Estados da região Sul do Brasil, os quais detêm 99,8% da produção nacional (IBGE, 2007). Apresenta alta rentabilidade e sua associação com a mandioca, milho e feijão é comum nos três primeiros anos após o plantio das erveiras. O consórcio com culturas anuais permite a produção de grãos nas terras destinadas a essa cultura, o que minimiza a necessidade de recursos para a implantação do erval (CARVALHO, 2003).

Segundo RODIGHERI e GRAÇA (2001), uso de terras com plantios florestais, entre eles a erva-mate, é economicamente rentável ao produtor rural, gera aumento direto no emprego e renda da propriedade e ainda forma a poupança verde dos produtores rurais, contribuindo na preservação ambiental e melhoria dos recursos naturais. Porém, a necessidade de se desenvolver mudas de boa qualidade morfológica e fisiológica está entre os principais problemas encontrados para a implantação de povoamentos de erva-mate (STURION, 1988).

Grande parte das espécies arbóreas sofre mudanças na transição da fase adulta para a juvenil, principalmente no que diz respeito à capacidade de propagação vegetativa, qualidade e rapidez na formação de raízes e taxa e forma de crescimento (WENDLING, XAVIER; 2001). Em programas de silvicultura clonal, as árvores superiores são geralmente selecionadas na fase adulta e o primeiro passo é a obtenção de brotações com maior aptidão ao enraizamento adventício (ALMEIDA; XAVIER; DIAS, 2007).

TAVARES, PICHETH e MASCHIO (1992), trabalhando com estaquia de erva-mate a partir de mudas e matrizes adultas observaram que a idade fisiológica influenciou na formação de raízes nas estacas, de modo que o material juvenil teve uma taxa de enraizamento 12,4 vezes maior do que o material adulto (22,8% contra 1,8%, respectivamente). De acordo com MAZUCHOWSKI (1988), para a realização da estaquia de erva-mate devem ser priorizados materiais jovens (mudas) ou rejuvenescidos (rebrotas), pois os ramos não devem apresentar floração e ter alto teor de carboidratos.

Pode-se adquirir propágulos de brotações da base das plantas, obtidas por meio de injúrias mecânicas às raízes, anelamento do caule, poda drástica ou aplicação de reguladores vegetais (ASSIS; TEIXEIRA, 1998). Utilizando estacas provenientes de rebrota de touça de *Ficus enormis*, espécie considerada de difícil

enraizamento, GARCIA *et al*. (2003) obtiveram bons resultados, atingindo 67,70% de estacas enraizadas com a coleta realizada na primavera e 84,38% de estacas enraizadas com a coleta realizada no verão, destacando que a juvenilidade pode ser um fator determinante para o sucesso do enraizamento.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho foi verificar a capacidade de enraizamento de estacas de brotações de 6 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa de matrizes de erva-mate de duas idades, em duas estações do ano.

6.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação pertencente à Embrapa Florestas, localizada em Colombo – PR, entre janeiro (verão) e outubro (primavera) de 2007. As estacas foram confeccionadas a partir de ramos provenientes de brotações induzidas por meio de anelamento e decepa, realizadas em árvores de 17 anos (localizadas em Colombo – PR) e árvores com mais de 80 anos (localizadas em São Mateus do Sul – PR).

O anelamento foi realizado retirando-se um anel de casca das árvores com cerca de 1,5 cm de largura, sem danificar o lenho, seguido de aplicação de pasta de vaselina contendo 3 concentrações da citocinina sintética BAP (benzil amino purina): 0, 150 e 300 mg kg^{-1}. A decepa foi realizada com a derrubada das árvores, em 3 alturas de corte: 15, 30 e 60 cm do solo. Ambos os processos foram realizados no inverno de 2006 e uma duplicata foi realizada apenas em árvores com mais de 80 anos (São Mateus do Sul - PR), no verão de 2007. O experimento não foi repetido em árvores com 17 anos (Colombo – PR) por falta de árvores disponíveis à instalação.

Aos 6 meses da realização do anelamento e decepa, as brotações emitidas foram coletadas, sem distinção entre os tratamentos de BAP e altura de corte, respectivamente, devido à pequena quantidade de material disponível à estaquia. As brotações coletadas foram acondicionadas em caixas de poliestireno, umedecidas e transportadas até o Laboratório de Propagação de Plantas na Embrapa Florestas, onde foram armazenadas em casa-de-vegetação com irrigação por aspersão com duração de 10 segundos a cada 30 minutos, até o dia seguinte.

As estacas foram confeccionadas com cerca de 12 cm de comprimento e duas folhas com sua área reduzida à metade, corte em bisel na base e reto no ápice. A desinfestação foi realizada com hipoclorito de sódio a 0,5% por 5 minutos, seguida de lavagem em água corrente por 5 minutos. As bases das estacas foram então imersas em uma solução com fungicida sistêmico (Benomyl, 1gL^{-1}) por 15 minutos. Não foi realizado tratamento com regulador vegetal. O plantio foi realizado em caixas plásticas, utilizando casca-de-arroz carbonizada e vermiculita de granulometria média como substrato, na proporção de 1:1 (v/v). Após 90 dias em

casa-de-vegetação climatizada (U.R.= 85% e Temp.= 20-30ºC), foram avaliadas as seguintes variáveis:

● Porcentagem de estacas enraizadas (consideradas aquelas com presença de raízes a partir de 1 mm de comprimento);

● Número de raízes por estaca;

● Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (em mm);

● Porcentagem de estacas com calos (consideradas as estacas vivas, com formação de calos e sem formação de raízes);

● Porcentagem de estacas vivas (consideradas as estacas vivas, sem formação de calos e sem formação de raízes);

● Porcentagem de estacas mortas.

Quanto à analise estatística, foram comparados os dados obtidos por meio da estaquia de ramos de 6 meses de idade provenientes de anelamento e decepa realizados no inverno/2006, em árvores de 17 anos, localizadas em Colombo – PR e árvores de mais de 80 anos, localizadas em São Mateus do Sul – PR.

Os tratamentos foram considerados da seguinte maneira:

● T1: estacas provenientes de anelamento de árvores de 17 anos;

● T2: estacas provenientes de decepa de árvores de 17 anos;

● T3: estacas provenientes de decepa de árvores de 80 anos.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 4 repetições de 18 estacas por unidade experimental. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Inicialmente, as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste de F. Quando os resultados revelaram existir diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Foi realizada estaquia de ramos provenientes de anelamento de árvores de 80 anos, porém, a quantidade de material disponível foi pequena, resultando em 21 estacas no total. Desta forma, os valores obtidos não foram considerados na análise estatística, porém, as médias encontradas pra cada variável estão apresentadas na TABELA 26 de comparação de médias.

Além disso, foi realizada estaquia apenas de ramos provenientes da decepa realizada no verão/2007, em árvores de mais de 80 anos de idade, localizadas em

São Mateus do Sul – PR. Os ramos provenientes de anelamento se apresentavam ainda muito herbáceos, inadequados para a estaquia, motivo pelo qual não foram coletados. Devido à pequena quantidade de estacas obtidas (40 estacas no total), estas não foram tratadas com regulador vegetal, sendo os dados apresentados de maneira descritiva, sem análise estatística (TABELA 26).

6.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado da análise de variância dos dados está apresentado na TABELA 25. As variáveis porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes por estaca, comprimento das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos analisados. Já as porcentagens de estacas com calos e mortas não tiveram diferenças entre os tratamentos.

Estacas coletadas de anelamento de árvores de 17 anos tiveram resultados superiores de enraizamento e número de raízes por estaca, quando comparadas às estacas coletadas de decepa de árvores de 80 anos de idade. As estacas coletadas de decepa de árvores de 17 anos não diferiram estatisticamente dos demais tratamentos nestas duas variáveis. Os maiores valores observados para porcentagem de enraizamento e número de raízes por estaca foram 88,75% e 13,28 raízes, respectivamente, ambos encontrados na estaquia de ramos coletados de anelamento de árvores de 17 anos de idade (TABELA 26). Os melhores resultados observados para propágulos oriundos de matrizes mais jovens se devem à maior juvenilidade do material, a qual apresenta maior vigor vegetativo e maior capacidade de enraizamento,consideradas características juvenis (HACKETT, 1988).

Quanto ao comprimento das três maiores raízes por estaca, o tratamento representado por estacas coletadas de anelamento de árvores de 17 anos foi superior aos demais (32,62 mm), enquanto para a porcentagem de estacas vivas foi inferior (1,25%), diferindo significativamente dos outros tratamentos nos dois casos. Ainda para estas duas variáveis, as estacas coletadas de decepa, tanto de árvores de 17 quanto de mais de 80 anos, não diferiram estatisticamente entre si (TABELA 26).

De maneira geral, as estacas provenientes das matrizes com 17 anos apresentaram maior número e comprimento de raízes, o que segundo TITON, XAVIER e OTONI (2002) está relacionado à juvenilidade, pois trabalhando com micro e miniestacas de *Eucalyptus* estes autores observaram que o material rejuvenescido pela micropropagação teve maior capacidade de enraizamento, apresentando maior número e comprimento de raízes, em relação às miniestacas. A menor porcentagem de estacas vivas para o tratamento de anelamento de árvores

de 17 anos se deu pela maior quantidade de estacas enraizadas para este mesmo tratamento.

WENDLING *et al.* (2006), realizando experimentos com miniestaquia de erva-mate proveniente de material adulto e juvenil, observaram que a porcentagem de enraizamento, assim como o número de raízes por estaca se mostraram sempre superiores para o material de origem juvenil em relação ao adulto, denotando a maior aptidão fisiológica do primeiro no que se relacionada à capacidade de enraizamento de propágulos

Em experimento de miniestaquia de erva-mate, realizada no verão com brotações de 130 dias de idade, provenientes de mudas obtidas de sementes, BRONDANI *et al*. (2007), obtiveram taxa de sobrevivência das miniestacas mantidas em casa-de-vegetação climatizada (mesma condição do presente trabalho) de 73%, o que indica potencialidade de produção de mudas a partir de material juvenil, assim como os resultados obtidos neste trabalho.

O anelamento é um tratamento menos drástico do que a decepa, causa menos estresse à matriz, o que pode ter influenciado no melhor enraizamento das estacas provenientes destas brotações. Mais estudos devem ser realizados, com maior quantidade de estacas e análise bioquímica das mesmas (carboidratos, hormônios, compostos fenólicos), para se verificar onde há diferenças entre os dois tipos de brotações.

Para a estaquia de brotações de 6 meses de idade, oriundas da decepa realizada no verão/2007 em árvores de mais de 80 anos de idade, localizadas em São Mateus do Sul – PR, mesmo não havendo material suficiente à instalação de diferentes tratamentos, optou-se por apresentar os resultados ao menos de maneira descritiva devido à escassez de trabalhos referentes a este assunto. Os dados obtidos no experimento estão apresentados da TABELA 26.

As estacas oriundas de brotações com 6 meses de idade provenientes da decepa realizada no verão apresentaram 47,50% de enraizamento, com média de 10,30 raízes por estaca e comprimento médio de 16,20 mm das três maiores raízes. Essa taxa de enraizamento pode ser considerada satisfatória para erva-mate, quando se considera a idade da matriz (mais de 80 anos). PRAT KRICUN (1995) obteve 63,78% de enraizamento em estacas coletadas de plantas que sofreram decepa, entre os anos 1982/1983. O autor afirma que a decepa das árvores em campo induz à brotação, cujo material tem maior juvenilidade, favorecendo o

enraizamento, já que estacas provenientes de matrizes sem decepa não apresentaram os mesmos resultados.

Um maior tempo no leito de enraizamento poderia proporcionar aumento na porcentagem de estacas enraizadas, uma vez que foi observado 50,00% de formação de calos após 90 dias em casa-de-vegetação. Estes calos, muitas vezes podem indicar um futuro desenvolvimento de raízes adventícias (HARTMANN *et al*., 2002).

Em experimento realizado com rebrota de 5 meses de idade, proveniente de decepa de árvores matrizes de erva-mate com 60 anos de idade, SAND (1989) observou 79,61% de mortalidade das estacas e 20,39% de enraizamento após 150 dias. Este resultado não condiz com o que foi observado neste trabalho, onde não foi observada morte de estacas (0,00% de estacas mortas), resultado que pode ser considerado promissor (TABELA 26), confirmando o fato do experimento ter sido bem conduzido e do material não ter apresentado oxidação.

TABELA 25- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; PARA ESTACAS COLETADAS DE BROTAÇÕES COM 6 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006, EM ÁRVORES DE 17 E 80 ANOS DE IDADE

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO					
		Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas mortas (%)
Tratamento	2	1960,129*	58,892**	522,485**	94,601^{ns}	522,496*	162,651^{ns}
Erro	9	351,726	6,885	38,356	30,265	71,741	187,922
Total	11						
Coeficiente de variação (%)		29,63	28,94	29,89	112,08	58,64	78,97
Teste de Bartlett (χ^2)		1,854^{ns}	4,307^{ns}	0,918^{ns}	3,279^{ns}	4,725^{ns}	2,060^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

TABELA 26- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; PARA ESTACAS COLETADAS DE BROTAÇÕES COM 6 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006 E VERÃO/2007, EM ÁRVORES DE 17 E 80 ANOS DE IDADE

Idade Matriz	Método de indução de brotações	Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas mortas (%)
17 anos	Decepa inverno/2006	52,50 ab	8,14 ab	19,70 b	5,00	21,25 a	21,25
	Anelamento inverno/2006	88,75 a	13,28 a	32,62 a	0,00	1,25 b	10,00
80 anos	Decepa inverno/2006	48,61 b	5,78 b	9,83 b	9,73	20,84 a	20,83
	Anelamento inverno/2006*	57,14*	4,67*	9,65*	9,53*	9,53*	23,80*
	Decepa verão/2007*	47,50*	10,30*	16,20*	50,00*	2,50*	0,00*

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
*Dados apenas descritivos, sem análise estatística por falta de material suficiente à realização das repetições

6.4 CONCLUSÕES

A estaquia de brotações de erva-mate após 6 meses da decepa apresentou resultados que podem ser considerados satisfatórios, uma vez que a espécie é considerada de difícil enraizamento.

A maior porcentagem de enraizamento foi observada em estacas provenientes de brotações juvenis induzidas por anelamento, em árvores de 17 anos de idade.

6.5 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. D. de; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore.** Viçosa, v.31, n.3, p.445-453, 2007.

ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. **Enraizamento de plantas lenhosas.** In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S., BUSO, J. A. (Ed.) Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa – SPI / Embrapa – CNPH, p.261-296, 1998.

BRONDANI, G. E. *et al*. Ambiente de enraizamento e substratos na miniestaquia de erva-mate. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n.3, p.257-67, 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras** (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras), v.1, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, p. 457-466, 2003.

GARCIA, A. *et al*. Rejuvenescimento de Ficus enormis (Mart. ex Miq.) Miq. para o enraizamento de estacas caulinares. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 15, supl., p. 137, 2003. Edição de Resumos do Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 9, Atibaia, 2003.

HACKETT, W. P. Donnor plant maturation. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, v.2, 1988. p.11-28.

HARTMANN, H. T. *et al*. **Plant Propagation:** Principles and Pratices. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.

HIGA, R. C. V. **Estaquia da erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire)**: resultados preliminares. In: EMBRAPA. Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul (Curitiba, PR). Contribuição da URPFCS ao 4º Congresso Florestal Brasileiro. Curitiba: EMBRAPA-URPFCS, p.43-48, 1982.

IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. In: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Rio de Janeiro: IBGE, vol. 22, 45p, 2007. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2007/pevs2007.pdf. Acesso em: 15/abril/ 2009.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate**. Curitiba: Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, 104p, 1988.

PRAT KRICUN, S. D., **Propagación vegetativa de plantas adultas de yerba-mate**. In.: WINGE, H.; *et al*., Erva- mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, p.183-195, 1995.

RODIGHERI, H. R.; GRAÇA, L. R. Acácia-negra, Bracatinga, Eucalipto e Erva-Mate: espécies florestais para produtores rurais do sul do Brasil. **Série Técnica IPEF**,

Piracicaba, v. 14, n. 34, p.174, 2001. Edição da Memória do Simpósio Ibero-Americano de Gestão e Economia Florestal, Porto Seguro, 1., 2001.

SAND, H. A. **Propagacion agamica de la yerba mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)**. INTA. Nota tecnica, 40. Cerro Azul: INTA. Estacion Experimental Agropecuaria Misiones, 11p, 1989.

STURION, J. A. **Produção de mudas e implantação de povoamentos com erva-mate**. Circular Técnica 17, Colombo: Embrapa Florestas, 10p, 1988.

TAVARES, F. R.; PICHETH, J. A.; MASCHIO, L. M. de A. Alguns fatores relacionados com a estaquia da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) St. Hil. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. Florestas: Desenvolvimento e Conservação: **Anais...** Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, p.626-639, 1992.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C., Dinâmica do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.6, p.665-673, 2002.

WENDLING, I. *et al.* Miniestaquia de propágulos juvenis e adultos de erva-mate sob diferentes concentrações de ácido indol butírico. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 4.; REUNIÓN TÉCNICA DE LA YERBA MATE, 4., EXPOSICIÓN DE AGRONEGOCIOS DE LA YERBA MATE, 2., 2006, Posadas. **Anais...** Posadas: INTA, 2006. p. 189-193

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.187-94, 2001.

7 CAPÍTULO V:

ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA DE PLANTAS MATRIZES DE ERVA-MATE DE DUAS IDADES

RESUMO

A erva-mate é comumente conhecida por seu uso na forma de infusões, como chás e chimarrão. Porém, há um vasto campo de aplicação desta espécie, principalmente na indústria de cosméticos e medicamentos. Um dos fatores limitantes à propagação vegetativa comercial de erva-mate é a falta de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto. Propágulos juvenis podem ser obtidos por meio de anelamento ou decepa do caule. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a capacidade de enraizamento de estacas oriundas de brotações de 12 meses de idade provenientes de anelamento e decepa de árvores de erva-mate com 17 e mais de 80 anos, realizados no inverno/2006 e verão/2007 e tratadas com a auxina sintética ácido indol butírico (IBA), nas concentrações de 0 e 3000mg L^{-1}. O plantio foi realizado em caixas plásticas preenchidas com vermiculita e casca-de-arroz carbonizada na proporção de 1:1 e após 90 dias em casa-de-vegetação, foram avaliadas as seguintes variáveis: porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes/estaca, comprimento das 3 maiores raízes/estaca, porcentagem de estacas vivas, com calos e mortas. Os resultados obtidos mostram que o enraizamento não é influenciado pela origem da brotação (anelamento ou decepa), porém as brotações obtidas das matrizes mais jovens, assim como aquelas coletadas no verão, apresentaram melhores resultados. A estaquia realizada com brotações rejuvenescidas por anelamento ou decepa perece ser uma técnica viável na otimização do enraizamento de estacas de erva-mate.

Palavras-chave: enraizamento, rejuvenescimento, ácido indol butírico (IBA)

ABSTRACT: Cutting of twelve months old sprouts from girdling and stump for two stock plants ages

“Erva-mate” is wellknow by its use as an infusion, either as tea or chimarrão. However, there are many others potential applications for this species, mainly in the cosmetic and drug industries. One of limitant factor to ”erva-mate” comercial vegetative propagation is the lack of efficient methods of rejuvenation for mature plants. Juvenile propagules can be obtained by stem girdling or stump. The main objective of the present was to verify the rooting ability of cuttings 12 months old sprouts from girdling and stump at 17 and 80 years old trees, carried during Winter/2006 and Summer/,2007 seasons, treated with two IBA solution concentrations: 0 and 3000mg L^{-1}. The planting was made in plastic containers filled with vermiculite and carbonized rice bark, in a 1:1 ratio. After 90 days at the green-house environment, the cuttings were evaluated for percentage of cuttings with roots, average number of roots per cutting, length of the three largest roots by cutting and percentage of cuttings alive, with callus and dead. The results showed that rooting was not influenced by sprout origin (girdling or stump), but branches obtained by more juvenile trees, as those collected during Summer presented better results. Cutting with rejuvenated branches from girdling or stump seems to be a feasible technique in rooting increase of ”erva-mate” cuttings.

Palavras-chave: rooting, rejuvenation, indolebutyric acid (IBA).

7.1 INTRODUÇÃO

A erva-mate é conhecida principalmente na forma de infusões quentes ou frias, como o chimarrão, tereré e chá-mate. A espécie tem ainda um vasto campo de aplicações comerciais e pode ser utilizada na produção de corantes alimentícios, sorvetes, caramelos, bombons, chicletes, produtos esterilizantes, emulsificantes, medicamentos para tratamento de hipertensão, bronquite e pneumonia, estimulantes do sistema nervoso central e produtos de uso pessoal, como perfumes, desodorantes, sabonetes e cosméticos (MAZUCHOWSKI, 1997).

Como a erva-mate é considerada uma espécie com dificuldade de enraizamento, os fatores que afetam este processo devem ser considerados e otimizados para que a técnica da estaquia tenha sucesso. Entre estes fatores está a idade fisiológica da planta matriz, de modo que métodos que rejuvenesçam ou permitam manter a juvenilidade são recomendados para facilitar o processo de enraizamento (TAVARES; PICHETH; MASCHIO, 1992).

Uma das principais limitações à produção de mudas de erva-mate em escala comercial está relacionada à carência de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto (WENDLING, 2004). Isto se deve ao fato do processo de seleção de genótipos superiores, que é o ponto de partida da silvicultura clonal, geralmente ser realizado na fase adulta, em que o enraizamento de propágulos vegetativos é um desafio em razão da idade ontogenética do material (WENDLING; XAVIER, 2003). Segundo WENDLING e XAVIER (2001), o entendimento do processo de maturação das plantas pode incrementar as perspectivas de sucesso na clonagem de árvores adultas, trazendo maior eficiência na seleção, melhoramento e clonagem, assim como tornando a silvicultura clonal intensiva mais eficiente.

SAND (1989), trabalhando com estaquia de erva-mate a partir de material adulto e juvenil, observou que a juvenilidade estimula o processo de formação de raízes. WENDLING *et al.* (2006), em experimento com miniestaquia de erva-mate, concluíram que os propágulos de origem juvenil foram superiores na porcentagem de enraizamento, número e comprimento de raízes, quando comparados com propágulos adultos.

TITON, XAVIER e OTONI (2006) observaram que em clones de *Eucalyptus* com dificuldade de enraizamento, as microestacas foram superiores às miniestacas na formação de raízes, atribuindo a este resultado o efeito do rejuvenescimento

obtido por meio da micropropagação. Em trabalho com diferentes clones de *Eucalyptus*, WENDLING e XAVIER (2003) obtiveram resultados que indicam a potencialidade da utilização da técnica de miniestaquia seriada como método de rejuvenescimento de clones com baixo potencial de enraizamento.

Porém, uma das formas de resgate para clonagem de plantas adultas mais comumente utilizadas pelas empresas florestais é a decepa de árvores para a indução de brotações, as quais possuem características morfológicas e fisiológicas de plantas juvenis, de fundamental importância à recuperação da capacidade de enraizamento adventício (ALFENAS *et al.,* 2004). ALMEIDA, XAVIER e DIAS (2007), observaram que a decepa é mais eficiente do que o anelamento na emissão de brotações e enraizamento de estacas provenientes das mesmas, em *Eucalyptus cloeziana.* Trabalhando com erva-mate, SAND (1989) concluiu que a decepa não produziu os efeitos desejados, indicando a necessidade de se estudar outros métodos de indução de emissão de brotações basais juvenis.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar a influência da origem da brotação, idade da planta matriz, a aplicação da auxina sintética ácido indol butírico (IBA) e época do ano, no enraizamento de estacas oriundas de brotações com de 12 meses de idade provenientes de anelamento e decepa de erva-mate.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação pertencente à Embrapa Florestas, localizada em Colombo – PR, entre julho de 2007 (inverno) e março de 2008 (outono). As estacas foram confeccionadas a partir de ramos provenientes de rebrota de anelamento e decepa, realizadas em árvores de 17 anos (localizadas em Colombo – PR) e árvores com mais de 80 anos (localizadas em São Mateus do Sul – PR).

O anelamento foi realizado retirando-se um anel de casca das árvores com cerca de 1,5 cm de largura, sem danificar o lenho, seguido de aplicação de pasta de vaselina contendo 3 concentrações da citocinina sintética BAP (benzil amino purina): 0, 150 e 300 mg kg^{-1}. A decepa foi realizada com a derrubada das árvores, em 3 alturas de corte: 15, 30 e 60 cm do solo. Ambos os processos foram realizados no inverno de 2006 e uma duplicata foi realizada, apenas em árvores com mais de 80 anos (São Mateus do Sul - PR), no verão de 2007. O experimento não foi repetido em árvores com 17 anos (Colombo – PR) por falta de árvores disponíveis à instalação.

Após 1 ano da realização do anelamento e decepa, as brotações emitidas foram coletadas, sem distinção entre os tratamentos de BAP e altura de corte, respectivamente, devido à pequena quantidade de material disponível à estaquia.

As brotações foram coletadas, acondicionadas em caixas de poliestireno, umedecidas e transportadas até o Laboratório de Propagação de Plantas na Embrapa Florestas, onde foram armazenadas em casa-de-vegetação com irrigação por aspersão com duração de 10 segundos a cada 30 minutos, até o dia seguinte. As estacas foram confeccionadas com cerca de 12 cm de comprimento e duas folhas com sua área reduzida à metade, corte em bisel na base e reto no ápice. A desinfestação foi realizada com hipoclorito de sódio a 0,5% por 5 minutos, seguida de lavagem em água corrente por 5 minutos. As bases das estacas foram então imersas em uma solução com fungicida sistêmico (Benomyl, 1gL^{-1}) por 15 minutos e, posteriormente, tratadas com IBA em solução (50% alcoólica) por 10 segundos, nas concentrações de 0 e 3000 mg L^{-1}. O plantio foi realizado em caixas plásticas, utilizando casca-de-arroz carbonizada e vermiculita de granulometria média como

substrato, na proporção de 1:1 (v/v). Após 90 dias em casa-de-vegetação climatizada (U.R.= 85% e Temp.= 20-30ºC), foram avaliadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de estacas enraizadas (consideradas aquelas com presença de raízes a partir de 1mm de comprimento);
- Número de raízes por estaca;
- Comprimento das três maiores raízes por estaca (em mm);
- Porcentagem de estacas com calos (consideradas as estacas vivas, com formação de calos e sem formação de raízes);
- Porcentagem de estacas vivas (consideradas as estacas vivas, sem formação de calos e sem formação de raízes);
- Porcentagem de estacas mortas.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. Inicialmente, as variâncias dos tratamentos foram avaliadas quanto a sua homogeneidade pelo teste de Bartlett. As variáveis cujas variâncias mostraram-se homogêneas tiveram as médias dos tratamentos testadas por meio do teste de F. Quando os resultados revelaram existir diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, estas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados cuja análise envolvia comparação entre materiais de duas idades, provenientes de dois locais diferentes, foram submetidos à análise de co-variância, utilizando a idade como co-variável. Esse procedimento foi utilizado para verificar se as médias das variáveis dependentes analisadas necessitam de ajuste para as diferenças de idade existentes nos conjuntos de dados correspondentes. A análise de co-variância revelou que a idade das plantas não influencia estatisticamente os resultados das variáveis analisadas, ao nível de 95% de probabilidade, não necessitando ajuste para o esse fator.

As análises dos dados foram realizadas da seguinte maneira:

7.2.1 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no inverno/2006

Foram comparados os dados obtidos por meio da estaquia de ramos com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no inverno/2006; em árvores de 17 anos, localizadas em Colombo – PR; e árvores de mais de 80 anos, localizadas em São Mateus do Sul – PR. Foram utilizadas duas concentrações do regulador vegetal: 0 e 3000 mg L^{-1} de ácido indol butírico (IBA).

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial de 2 métodos de indução de brotações, 2 idades de plantas matrizes e 2 concentrações de IBA (2 x 2 x 2), com 4 repetições de 20 estacas por unidade experimental.

7.2.2 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de decepa realizada em árvores de mais de 80 anos

Foram comparados os dados obtidos por meio da estaquia de ramos de 12 meses de idade, provenientes de decepa realizada em árvores de mais de 80 anos, localizadas em São Mateus do Sul – PR, no inverno/2006 e verão/2007. Foram utilizados tratamentos com regulador vegetal nas concentrações de 0 e 3000 mg L^{-1} de IBA.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial de 2 épocas da instalação da decepa e 2 concentrações de IBA (2 x 2), com 4 repetições de 20 estacas por unidade experimental.

7.2.3 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no verão/2007

Foram comparados os dados obtidos por meio da estaquia de ramos de 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no verão/2007, em árvores de mais de 80 anos de idade, localizadas em São Mateus do Sul – PR.

As estacas provenientes de decepa foram suficientes para a realização de dois tratamentos com IBA: 0 e 3000mg L^{-1}. Já as estacas provenientes de anelamento não foram suficientes, de modo que foi realizado o plantio das estacas sem aplicação do regulador vegetal.

Os tratamentos (T) foram considerados da seguinte maneira:

- T1: estacas provenientes de anelamento;
- T2: estacas provenientes de decepa, com 0mg L^{-1} IBA;
- T3: estacas provenientes de decepa, com 3000mg L^{-1} IBA.

Os dados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos e 4 repetições de 18 estacas por unidade experimental.

7.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.3.1 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no inverno/2006

Os resultados da análise de variância dos dados estão descritos na TABELA 27. A porcentagem de estacas enraizadas foi influenciada pela interação entre a idade da planta matriz e aplicação do regulador vegetal. O número de raízes por estaca teve a influência da interação entre origem dos ramos e regulador vegetal. O comprimento das três maiores raízes foi influenciado pela idade da planta matriz e aplicação do regulador vegetal. A porcentagem de estacas com calos não teve influência dos fatores analisados. A porcentagem de estacas vivas teve influência das interações entre origem dos ramos e regulador vegetal, além da idade da planta matriz e regulador vegetal. A porcentagem de estacas mortas teve influência da interação entre origem dos ramos e idade da planta matriz (TABELA 27).

TABELA 27- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO					
		Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas mortas (%)
Método (M)	1	132,031^{ns}	30,459*	6,364^{ns}	7,031^{ns}	78,125*	0,000^{ns}
Idade (I)	1	282,031^{ns}	30,420*	574,859**	344,531^{ns}	3,125^{ns}	12,500^{ns}
M x I	1	94,531^{ns}	3,538^{ns}	16,690^{ns}	488,281^{ns}	28,125^{ns}	50,000*
Regulador (R)	1	225,781^{ns}	21,879*	94,359*	488,281^{ns}	3,125^{ns}	28,125^{ns}
M x R	1	63,281^{ns}	23,427*	49,626^{ns}	488,281^{ns}	78,125*	28,125^{ns}
I x R	1	1725,781**	1,843^{ns}	9,581^{ns}	569,531^{ns}	153,125**	28,1025^{ns}
M x I x R	1	19,531^{ns}	0,000^{ns}	0,372^{ns}	132,031^{ns}	28,125^{ns}	3,125^{ns}
Erro	24	202,865	4,341	19,139	190,365	10,708	10,750
Total	31						
Coeficiente de variação (%)		22,40	19,43	22,12	44,37	116,35	131,15
Teste de Bartlett (χ^2)		4,453^{ns}	8,797^{ns}	7,755^{ns}	6,838^{ns}	9,029^{ns}	7,248^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

No tratamento testemunha, as estacas provenientes de matrizes com 17 anos apresentaram maior porcentagem de enraizamento do que aquelas provenientes de matrizes com 80 anos. Já no tratamento com 3000mg L^{-1} IBA, as duas idade de matrizes não diferiram estatisticamente entre si. Para as matrizes de 17 anos, o tratamento com regulador vegetal não diferiu estatisticamente da testemunha, enquanto para as matrizes de 80 anos, o tratamento com 3000mg L^{-1} IBA foi superior à testemunha (TABELA 28). Trabalhando com miniestaquia de erva-mate, WENDLING e SOUZA JÚNIOR (2003) concluíram que utilizando propágulos juvenis não há necessidade de aplicação de reguladores vegetais para estimular o enraizamento de miniestacas, o que confirma os resultados obtidos no presente trabalho, uma vez que o material proveniente de matrizes mais jovens não teve incremento no enraizamento com a aplicação do IBA.

Neste trabalho não foi observada influência da origem das brotações no enraizamento das estacas, porém, em experimento realizado com *Eucalyptus cloeziana*, ALMEIDA, XAVIER e DIAS (2007) observaram que estacas provenientes de brotações emitidas de anelamento do caule não responderam ao enraizamento adventício, enquanto as brotações de cepa foram mais eficientes, principalmente nas matrizes com 5 anos de idade. No mesmo trabalho, os autores observaram que estacas advindas das matrizes mais jovens tiveram melhores resultados sem a utilização de IBA, enquanto as mais velhas tiveram melhor enraizamento com a utilização do regulador vegetal. O mesmo fato pode ser observado com a erva-mate, que teve aos 17 anos maiores porcentagens de enraizamento sem a utilização do IBA, ao passo que as matrizes com mais de 80 anos tiveram maiores valores para esta variável com a utilização do regulador vegetal (TABELA 28). Resultados semelhantes foram obtidos por TITON *et al*. (2003), que trabalhando com micro e miniestacas de *Eucalyptus*, atribuem o melhor desempenho no enraizamento das microestacas ao rejuvenescimento causado pela micropropagação. Os mesmos autores afirmam ainda, que o enraizamento das microestacas foi menos influenciado pela aplicação de IBA do que o das miniestacas, atribuindo a isso o maior vigor vegetativo das primeiras.

TABELA 28- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

Idade matriz	IBA	
	0 mg L^{-1}	3000 mg L^{-1}
17 anos	71,25 a A	61,88 a A
80 anos	50,63 b B	70,63 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estacas coletadas de matrizes com 17 anos apresentaram maiores valores de número de raízes por estaca diferindo estatisticamente das matrizes com mais de 80 anos de idade (TABELA 29). Resultado semelhante foi observado por WENDLING *et al.* (2006), que em trabalho de miniestaquia de erva-mate observaram superioridade dos propágulos juvenis em relação aos adultos para o número de raízes formadas por estaca. Da mesma forma, Iritani *et al.* (1986) observaram influência positiva da aplicação IBA em estacas de erva-mate, com aumento do número de raízes por estaca.

Segundo WENDLING e XAVIER (2001), o uso de material com maior grau de juvenilidade propicia maior velocidade e qualidade de enraizamento, assim como maior qualidade da muda produzida. WENDLING e SOUZA JÚNIOR (2003) observaram que mudas de erva-mate produzidas a partir de propágulos juvenis apresentaram sistema radicial ramificado e vigoroso, enquanto mudas provenientes de material adulto mantidas nas mesmas condições de manejo apresentaram sistema radicial bem menos desenvolvido, ressaltando a importância da juvenilidade do propágulo na qualidade do sistema radicial formado.

Para o número de raízes por estaca, em estacas coletadas das matrizes com 17 anos de idade, tanto no anelamento quanto na decepa não houve diferença estatística entre as concentrações de IBA utilizadas. Na concentração de 0mg L^{-1} IBA, as estacas coletadas da decepa tiveram resultado superior àquelas coletadas do anelamento, enquanto na concentração de 3000mg L^{-1} IBA, não houve diferença estatística entre as origens dos ramos. Para as estacas coletadas de anelamento, a concentração de 3000mg L^{-1} IBA foi superior ao controle, enquanto nas estacas coletadas de decepa não houve diferença entre as concentrações do regulador

vegetal. O maior valor encontrado para esta variável foi o de 13,27 raízes, em estaquia de ramos provenientes de decepa realizada em matrizes de 17 anos de idade, sem aplicação do regulador vegetal (TABELA 29).

WENDLING *et al.* (2006) observaram um crescimento linear do número médio de raízes de miniestacas, com aumento das concentrações de IBA testadas. Neste trabalho, apenas as estacas provenientes de anelamento tiveram um incremento no número de raízes com a aplicação do regulador vegetal.

TABELA 29- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

Idade matriz	0 mg L^{-1} IBA		3000 mg L^{-1} IBA		
	Anelamento	Decepa	Anelamento	Decepa	Média
17 anos	8,95	13,27	11,83	12,74	11,70 a
80 anos	7,18	10,18	11,03	10,60	9,75 b

Método de indução de brotações	IBA	
	0 mg L^{-1}	3000 mg L^{-1}
Anelamento	8,07 b B	11,43 a A
Decepa	11,73 a A	11,67 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O comprimento das raízes por estaca foi maior para as matrizes com 17 anos, diferindo significativamente daquelas com 80 anos (TABELA 30). De acordo com TITON, XAVIER e OTONI (2006) a juvenilidade aumenta o vigor, o que pode aumentar o crescimento das raízes.

Já o tratamento com IBA tende a apresentar maiores valores para o comprimento das raízes, porém não diferiu estatisticamente da testemunha. A auxina é importante no estímulo à iniciação do enraizamento, porém não estimula o crescimento da raiz (HARTMANN *et al.*, 2002), de modo que as estacas tratadas com IBA podem ter iniciado o processo de enraizamento antes daquelas não tratadas, daí a tendência ao maior comprimento das raízes para estas estacas observada neste trabalho.

TABELA 30- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA (mm) DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

	IBA				
Idade matriz	0 mg L^{-1}		3000 mg L^{-1}		
	Anelamento	Decepa	Anelamento	Decepa	Média
17 anos	19,23	24,27	26,47	26,10	24,02 a
80 anos	13,51	15,23	18,12	15,30	15,54 b
Média	18,06 A		21,50 A		

Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A porcentagem de estacas com calos não teve influência dos fatores analisados (TABELA 31), diferindo dos resultados obtidos por WENDLING *et al.* (2006), que observaram maior porcentagem de calos em estacas provenientes de material adulto, onde não ocorreu a formação de primórdios radiciais. WENDLING e SOUZA JÚNIOR (2003), concluíram que a formação de calos em erva-mate é um indicativo de baixa juvenilidade dos propágulos, o que não é favorável ao enraizamento.

TABELA 31- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE COM CALOS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

	Método de indução de brotações			
Idade matriz	Anelamento		Decepa	
	0 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	0 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA
17 anos	25,00	37,50	30,00	18,75
80 anos	36,25	23,75	48,75	28,75

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a porcentagem de estacas vivas, apenas na concentração de 3000mg L^{-1} IBA o anelamento foi inferior à decepa. As concentrações do regulador não diferiram significativamente entre si em nenhum método de indução de brotações. Na concentração de 0mg L^{-1} IBA, as matrizes de 17 anos foram inferiores às de 80 anos, enquanto que a concentração de 3000mg L^{-1} IBA foi superior à testemunha nas matrizes de 17 anos (TABELA 32). De maneira geral, a porcentagem de estacas vivas foi baixa, em decorrência das altas taxas de enraizamento.

TABELA 32- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE VIVAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

Método de indução de brotações	IBA	
	0 mg L^{-1}	3000 mg L^{-1}
Anelamento	2,50 a A	0,00 b A
Decepa	2,50 a A	6,25 a A
Idade matriz	**IBA**	
	0 mg L^{-1}	3000 mg L^{-1}
17 anos	0,00 b B	5,00 a A
80 anos	5,00 a A	1,25 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na variável porcentagem de estacas mortas não foi observada diferença significativa entre as médias. Os valores obtidos para esta variável podem ser considerados satisfatórios para a espécie (TABELA 33). Enquanto HIGA (1982) obteve mortalidade de 87,50% em estaquia de erva-mate proveniente de material adulto, SAND (1989), em experimento com estacas provenientes de material juvenil, de matrizes com 6 e 18 meses de idade, obteve 4,14% e 3,48% de mortalidade respectivamente, valores próximos aos observados neste trabalho, confirmando o maior vigor em estacas oriundas de material juvenil.

TABELA 33- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE MORTAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO INVERNO/2006; PARA DOIS MÉTODOS DE INDUÇÃO DE BROTAÇÕES, DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

Idade matriz	Método de indução de brotações	
	Anelamento	Decepa
17 anos	1,88 a A	4,38 a A
80 anos	3,13 a A	0,63 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

7.3.2 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de decepa realizada em árvores de mais de 80 anos

O resultado da análise de variância dos dados está apresentado na TABELA 34. A porcentagem de enraizamento foi influenciada pela época de instalação e interação entre época e regulador vegetal. As variáveis número de raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas não foram influenciadas pelos fatores analisados. O comprimento das três maiores raízes por estaca e porcentagem de estacas com calos tiveram influência apenas da época de instalação, enquanto a porcentagem de estacas mortas foi influenciada pelos dois fatores analisados, assim como pela interação entre eles.

TABELA 34- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE DECEPA REALIZADA EM ÁRVORES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE; PARA DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO DA DECEPA E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO					
		Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas Mortas (%)
Época (E)	1	2025,000**	1,716^{ns}	526,817**	3025,000**	14,063^{ns}	189,063**
Regulador (R)	1	100,000^{ns}	0,002^{ns}	5,487^{ns}	400,000^{ns}	1,563^{ns}	126,563**
E x R	1	1056,250*	0,640^{ns}	4,895^{ns}	400,000^{ns}	14,063^{ns}	76,563*
Erro	12	159,375	5,259	11,067	172,917	18,229	10,563
Total	15						
Coeficiente de variação (%)		18,53	21,40	15,84	52,60	151,81	80,00
Teste de Bartlett (χ^2)		5,681^{ns}	2,824^{ns}	3,317^{ns}	3,710^{ns}	1,392^{ns}	3,363^{ns}

** Significativo a 1% de probabilidade
* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

Tanto no inverno quanto no verão, a porcentagem de enraizamento não diferiu significativamente nas duas concentrações de IBA testadas. Na concentração de 0mg L^{-1}IBA, inverno e verão diferiram entre si estatisticamente, de modo que o verão foi a época com a melhor porcentagem de enraizamento. Já para a concentração de 3000gL^{-1}IBA, inverno e verão não diferiram entre si estatisticamente. O maior valor encontrado para esta variável foi o de 85,00% de enraizamento, na estaquia realizada no verão, com 0mg L^{-1}IBA (TABELA 35). Esta porcentagem de enraizamento pode ser considerada satisfatória para a erva-mate, uma vez que a média de enraizamento para esta espécie está bem abaixo deste valor. QUADROS (2009), trabalhando com estaquia de erva-mate, obteve como maior porcentagem de enraizamento de material adulto o valor de 28,6%, uma taxa relativamente baixa, mas já esperada.

Não há diferença entre as concentrações de IBA testadas nas duas épocas estudadas, porém o maior valor encontrado foi no tratamento controle, o que é relevante no que diz respeito ao custo de produção de mudas, uma vez que a ausência de utilização dor regulador vegetal representa economia nos recursos necessários.

Segundo PRAT KRICUN (1995), o estabelecimento de cultivos clonais de erva-mate a partir de plantas adultas é um desafio para os pesquisadores desde o início do trabalho de melhoramento desta espécie. Desta forma, a taxa de 85,00% de enraizamento obtida em estacas provenientes de plantas com mais de 80 anos de idade pode se considerado um avanço na propagação de material adulto da erva-mate.

O número de raízes por estaca e porcentagem de estacas vivas não tiveram influência dos fatores analisados, sendo que os maiores valores encontrados para estas variáveis foram os de 11,23 raízes, em estaquia realizada no verão com 0mg L^{-1}IBA e 5,00% de estacas vivas, em estaquia realizada no inverno com 0mg L^{-1}IBA (TABELA 35). O comprimento das três maiores raízes foi maior na estaquia realizada no verão (26,74mm em média), diferindo significativamente do resultado observado no inverno (15,27mm em média).

Já porcentagem de estacas com calos foi maior no inverno (38,75%), diferindo estatisticamente do verão (11,25%) (TABELA 35). De maneira geral, o inverno apresentou a menor taxa de enraizamento e a maior taxa de formação de

calos, indicando que a formação de calos é prejudicial ao enraizamento das estacas de erva-mate. Da mesma forma, QUADROS (2009), em trabalho com estaquia de erva-mate, observou que a formação de calos é prejudicial ao enraizamento de estacas desta espécie.

No inverno, a mortalidade das estacas não diferiu entre as duas concentrações de IBA, porém no verão, foi superior na concentração de 3000mg L^{-1}IBA, chegando a 12,50%. Para a concentração de 0mg L^{-1}IBA não houve diferença entre as estações, enquanto na concentração de 3000mg L^{-1}IBA, o verão diferiu significativamente do inverno, com maior porcentagem de mortalidade das estacas (TABELA 35). GRAÇA *et al*. (1988), afirmam que a alta taxa de mortalidade das estacas é um dos principais fatores que dificultam a estaquia da erva-mate e por isso, a mortalidade das estacas pode ser considerada baixa neste experimento, chegando à nulidade na estaquia instalada no inverno, sem utilização do regulador vegetal.

TABELA 35- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA, PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS, EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES DE DECEPA REALIZADA EM ÁRVORES DE MAIS DE 80 ANOS DE IDADE; PARA DUAS ÉPOCAS DE INSTALAÇÃO DA DECEPA E DOIS TRATAMENTOS COM REGULADOR VEGETAL

Porcentagem de estacas enraizadas			
	Inverno	Verão	Média
0mg L^{-1} IBA	46,25 a B	85,00 a A	65,63
3000mg L^{-1} IBA	67,50 a A	73,75 a A	70,63
Média	56,88	79,38	
Número de raízes por estaca			
	Inverno	Verão	Média
0mg L^{-1} IBA	10,18	11,23	10,71
3000mg L^{-1} IBA	10,60	10,86	10,73
Média	10,39	11,05	
Comprimento médio das 3 maiores raízes por estaca (mm)			
	Inverno	Verão	Média
0mg L^{-1} IBA	15,23	25,60	20,42
3000mg L^{-1} IBA	15,30	27,88	21,59
Média	15,27 B	26,74 A	
Porcentagem de estacas com calos			
	Inverno	Verão	Média
0mg L^{-1} IBA	48,75	11,25	30,00
3000mg L^{-1} IBA	28,75	11,25	20,00
Média	38,75 A	11,25 B	
Porcentagem de estacas vivas			
	Inverno	Verão	Média
0mg L^{-1} IBA	5,00	1,25	3,13
3000mg L^{-1} IBA	2,50	2,50	2,50
Média	3,75	1,88	
Porcentagem de estacas mortas			
	Inverno	Verão	Média
0mg L^{-1} IBA	0,00 a A	2,50 b A	1,25
3000mg L^{-1} IBA	1,25 a B	12,50 a A	6,88
Média	0,63	7,50	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

7.3.3 Estaquia de brotações de erva-mate com 12 meses de idade, provenientes de anelamento e decepa realizados no verão/2007

Os resultados da análise de variância estão apresentados na TABELA 36 e mostram que os tratamentos não tiveram influência em nenhuma das variáveis analisadas no experimento.

A maior porcentagem de enraizamento, assim como o maior número de raízes por estaca foram observados em estacas coletadas da decepa, sem utilização de regulador vegetal, o que é importante no sentido de representar menor custo na produção das mudas. Além disso, o enraizamento satisfatório das brotações basais juvenis induzidas pelo anelamento e decepa pode ser atribuído à juvenilidade deste material. De acordo com HACKETT (1988), algumas características relacionadas à juvenilidade são mantidas na região basal do caule de plantas maduras e, de acordo com este mesmo autor, a capacidade de enraizamento é uma característica associada à material juvenil. Daí, as taxas de até 85,00% de enraizamento observadas em material proveniente de matrizes com 80 anos de idade observadas neste trabalho.

O maior comprimento de raízes foi observado nas estacas coletadas de decepa, com aplicação de 3000mg L^{-1}IBA. Já as estacas coletadas de anelamento, sem aplicação de IBA, apresentaram as maiores porcentagens de estacas com calos e vivas, o que se deve à menor porcentagem de enraizamento observada neste tratamento. O tratamento da decepa, com utilização de 3000mg L^{-1}IBA, foi o que apresentou a maior mortalidade das estacas (TABELA 37).

De acordo com WENDLING, DUTRA e GROSSI (2007), a carência em métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto é um fator limitante à estaquia em escala comercial de erva-mate. Tendo em vista os resultados do presente trabalho, pode-se afirmar que as técnicas de anelamento e decepa são eficientes na reversão para o estado juvenil dos brotos emitidos, resultando em altas taxas de enraizamento das estacas, mesmo utilizando matrizes de mais de 80 anos de idade.

Em experimento realizado com estacas provenientes de mudas de 12 a 24 meses de idade, PRAT KRICUN e BELINGHERI (1997), obtiveram 79,9% de enraizamento, sem utilização de regulador vegetal, valores próximos aos obtidos

neste experimento, o que mais uma vez indica a juvenilidade das brotações obtidas pelos métodos de indução de brotações basais.

TABELA 36- RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO VERÃO/2007

Fator de Variação	Graus de Liberdade	QUADRADO MÉDIO					
		Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas mortas (%)
Tratamento	2	154,091^{ns}	0,778^{ns}	4,504^{ns}	144,444^{ns}	42,915^{ns}	186,111^{ns}
Erro	9	127,143	6,083	25,935	128,474	18,817	5,444
Total	11						
Coeficiente de variação (%)		14,64	23,33	18,99	92,74	93,69	38,18
Teste de Bartlett (χ^2)		2,225^{ns}	2,096^{ns}	1,650^{ns}	3,254^{ns}	0,792^{ns}	0,312^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade
^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade

TABELA 37- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA, COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA E PORCENTAGEM DE ESTACAS COM CALOS, VIVAS E MORTAS; EM EXPERIMENTO DE ESTAQUIA DE BROTAÇÕES COM 12 MESES DE IDADE, PROVENIENTES ANELAMENTO E DECEPA REALIZADOS NO VERÃO/2007

Tratamento		Estacas enraizadas (%)	Número de raízes por estaca	Comprimento das 3 maiores raízes por estaca (mm)	Estacas com calos (%)	Estacas vivas (%)	Estacas mortas (%)
Anelamento	0 mg L^{-1} IBA	71,11	10,10	26,73	20,00	8,89	0,00
Decepa	0 mg L^{-1} IBA	85,00	11,11	25,63	10,00	1,67	3,33
Decepa	3000 mg L^{-1} IBA	75,00	10,50	28,08	6,67	3,33	15,00

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

7.4 CONCLUSÕES

Nas condições do presente trabalho pode-se concluir que, para a erva-mate:

● O método de indução das brotações não influenciou na porcentagem de enraizamento;

● Estacas provenientes de matrizes mais jovens não necessitaram da aplicação de IBA, ao passo que aquelas provenientes de matrizes mais velhas apresentaram maiores porcentagens de enraizamento com a aplicação do regulador vegetal;

● Estacas provenientes de matrizes mais jovens mostraram uma tendência a apresentar maior número e comprimento de raízes;

● Estacas coletadas de decepa realizada no verão apresentaram melhores resultados de enraizamento do que no inverno, sem necessidade de utilização do regulador vegetal.

7.5 REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. *et al*. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 442p, 2004.

ALMEIDA, F. D. de; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. por estaquia. **Revista Árvore.** Viçosa, v.31, n.3, p.445-453, 2007.

GRAÇA, M. E. C. *et al*. **Estaquia de erva-mate**. Circular Técnica, 18. Colombo: Embrapa – CNPF, 1988, 6p.

HACKETT, W. P. Donnor plant maturation. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings.** Portland: Dioscorides Press, v.2, 1988. p.11-28.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Controle de qualidade da erva-mate com vistas a certificação. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

PRAT KRICUN, S. D., **Propagación vegetativa de plantas adultas de yerba-mate**. In.: WINGE, H. *et al*., Erva- mate: biologia e cultura no Cone Sul. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, p.183-195, 1995.

PRAT KRICUN, S. D.; BELINGHERI, L. D. Propagación vegetativa de los principales especies del género *Ilex* existentes en la Cuenca Del Plata. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

QUADROS, K. M., **Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire – Aquifoliaceae)**. Santa Maria, 2009. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

TAVARES, F. R.; PICHETH, J. A.; MASCHIO, L. M. de A. Alguns fatores relacionados com a estaquia da erva-mate (*Ilex paraguariensis*) St. Hil. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. Florestas: Desenvolvimento e Conservação: **Anais...** Santa Maria. Universidade Federal de Santa Maria, p.626-639, 1992.

TITON, M. *et al*. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.1, p.1-7, 2003.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Clonal propagation of *Eucalyptus grandis* using the mini-cutting and micro-cutting techniques. **Scientia Florestalis**, São Paulo, n.71, p.109-17, 2006.

SAND, H. A. **Propagacion agamica de la yerba mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)**. INTA. Nota tecnica, 40. Cerro Azul: INTA. Estacion Experimental Agropecuaria Misiones, 11p, 1989.

WENDLING, I. **Propagação vegetativa de erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hilaire)**: estado da arte e tendências futuras. Documentos, 91. Colombo: Embrapa Florestas, 43p., 2004.

WENDLING, I.; DUTRA, L.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.289-92, 2007.

WENDLING, I. *et al.* Miniestaquia de propágulos juvenis e adultos de erva-mate sob diferentes concentrações de ácido indol butírico. In: CONGRESO SUDAMERICANO DE LA YERBA MATE, 4.; REUNIÓN TÉCNICA DE LA YERBA MATE, 4., EXPOSICIÓN DE AGRONEGOCIOS DE LA YERBA MATE, 2., 2006, Posadas. **Anais...** Posadas: INTA, 2006. p. 189-193

WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó. **Anais...** [Chapecó]: EPAGRI, 2003. s. 3-1. Seção: Conservação, Melhoramento e Multiplicação. Feira do Agronegócio da Erva-mate, 1., 2003, Chapecó. Integrar para promover o agronegócio da erva-mate.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro, v.8, n.1, p.187-94, 2001.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p.475-80, 2003.

8 CONCLUSÕES GERAIS

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, pode-se concluir que:

● Tanto o anelamento quanto a decepa foram técnicas eficientes na emissão de brotações basais juvenis. A aplicação do BAP não influenciou a emissão de brotações no anelamento e o inverno foi o período mais favorável à realização desta técnica. Já na decepa, a época de instalação não influenciou a porcentagem de cepas brotadas e a altura de 60 cm foi a que proporcionou maior número e comprimento dos brotos;

● Plantas mais jovens apresentaram maior porcentagem e vigor na emissão de brotações basais, além de melhores resultados no enraizamento de estacas e maior vigor do sistema radicial formado. A utilização do IBA não aumentou o número de estacas enraizadas, o verão foi o período menos favorável à coleta de brotações de copa e o outono foi a época mais favorável ao enraizamento;

● Estacas coletadas das brotações basais juvenis apresentaram maior porcentagem de enraizamento, assim como maior vigor radicial do que aquelas coletadas de brotações da copa e, o método de indução de brotações não influenciou no enraizamento das estacas coletadas posteriormente;

● Estacas provenientes de brotações basais juvenis de matrizes mais jovens não necessitam da aplicação de IBA, ao passo que aquelas provenientes de matrizes mais adultas apresentam maiores porcentagens de enraizamento com a aplicação do regulador vegetal.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de apresentar menores porcentagens de emissão de brotações, o anelamento realizado no verão não foi totalmente ineficaz. Não foi observada nenhuma morte de planta matriz como se acreditava que aconteceria (em vista da idade avançada e deterioração das matrizes). Assim, o anelamento pode ser realizado no verão sem danos à planta e o mesmo ocorre com a decepa.

Da mesma forma, a sobrevivência das cepas e árvores aneladas, mesmo quando já estavam bastante deterioradas, seja por idade, seja por podridão do caule, permite a aplicação das técnicas sem que haja maiores riscos de danos ao erval, o que tranqüiliza o produtor quanto à execução de tratos culturais.

De maneira geral, a decepa é o método que induz a maior quantidade de brotações. Porém, o anelamento representa a opção mais segura para o produtor, uma vez que diminui o risco de morte da planta, além de permitir a continuidade da produção até que os novos brotos estejam prontos, seja para realização da estaquia ou poda de renovação da árvore. Outra alternativa ao anelamento total, como foi realizado no presente trabalho, é o anelamento parcial, que reduz ainda mais o risco de morte das matrizes, porém aumenta a chance de cicatrização do anel, sem a emissão de brotos, principalmente se for realizado no verão. A campo foi observado que no verão há maior quantidade de plantas com início do processo de cicatrização antes da emissão de novos brotos, o que não foi observado no inverno. A decepa é recomendada nos casos mais graves, quando a planta já não produz o suficiente e exige um tratamento mais drástico para a retomada do vigor.

O resultado obtido na estaquia de brotações com 12 meses de idade coletadas da decepa de árvores de mais de 80 anos é bastante satisfatório, uma vez que a mortalidade de estacas de erva-mate coletadas da copa de plantas matrizes mais velhas é geralmente alta. Esta constatação é um excelente resultado no que se refere à propagação de matrizes de idade avançada, cuja estaquia de copa seria inviável. Aplicando as técnicas de indução de brotações basais juvenis é possível reproduzir estas árvores, assim como abre caminho para a possibilidade de formação de um mini jardim clonal fornecedor de propágulos de matrizes selecionadas, mesmo que estas já estejam em estado de maturação fisiológica mais avançado.

Além disso, o incremento na porcentagem de enraizamento de estacas coletadas no verão também pode ser considerado um avanço, uma vez que a taxa de enraizamento de estacas coletadas de brotações da copa nesta estação também é geralmente muito baixa (como observado no Capítulo II deste trabalho). Este resultado mostra a possibilidade de produção de mudas durante todo o ano, inclusive durante as estações em que se acreditava não ser possível, embora ainda haja necessidade de aprimoramento das técnicas.

Outro aspecto interessante observado durante a avaliação dos experimentos de estaquia foi a posição da emergência das raízes. As estacas provenientes de brotações de copa apresentaram raízes emergindo apenas da região do corte em bisel, na base das mesmas. Já as estacas provenientes de brotações juvenis induzidas por anelamento ou decepa apresentaram raízes emergindo também da região lateral do caule.

Desta forma, ficam as sugestões de novos trabalhos para refinamento das técnicas utilizadas, como utilização de diferentes concentrações de reguladores vegetais tanto na estaquia quanto nas técnicas de anelamento e decepa, diferentes tipos de corte das cepas, anelamento em diferentes alturas do caule, anelamento parcial, entre outras possibilidades. Além disso, pode-se realizar a análise anatômica e bioquímica dos ramos de copa e brotações juvenis para identificação das principais diferenças entre eles e suas implicações no processo de enraizamento.

Uma questão comumente levantada após a realização de trabalhos em que se avalia até a etapa de enraizamento das estacas, é a sobrevivência das mudas após este processo. Muitas vezes as raízes são manuseadas para a contagem, o que poderia prejudicar o crescimento e desenvolvimento da muda, devido ao estresse causado neste manuseio, razão pela qual o replantio não é indicado nestes casos. Outras vezes, o tempo de permanência no leito de enraizamento pode ser curto (por inúmeros fatores), de modo que as estacas enraizadas ainda não seriam capazes de sobreviver fora do ambiente de nebulização, pois as raízes ainda não estariam totalmente desenvolvidas; mais um motivo para não se realizar o replantio. Isto é, diversos fatores (anterior e posteriormente ao replantio) podem influenciar a formação de uma muda por meio de uma estaca.

Porém, após a avaliação da estaquia realizada a partir de ramos obtidos de anelamento de árvores de 17 anos de idade (Capítulo III deste trabalho), foram

observadas condições favoráveis ao replantio das estacas enraizadas, as quais apresentavam um sistema radicial aparentemente bem desenvolvido. Foram plantadas então, 200 estacas provenientes de rebrota de decepa de árvores de 17 anos de idade. Os tratamentos utilizados na ocasião da estaquia foram separados no replantio para verificar se a concentração de IBA utilizada poderia influenciar na sobrevivência das mudas.

O plantio foi realizado em tubetes com capacidade de 110 cm^3, utilizando Plantmax® como substrato. As mudas foram levadas para rustificação em casa-de-sombra e posteriormente a pleno sol. Durante este período, a adubação foi realizada por meio de fertirrigação. Após 12 meses, a mortalidade das mudas foi de 1% (5 mortes), sem influência dos tratamentos de IBA utilizados no momento da estaquia.

Este pequeno teste de sobrevivência, realizado a título de curiosidade, e que foi possível graças aos recursos disponíveis, fornece perspectivas promissoras no que diz respeito à realização de outros estudos relacionados à produção de mudas da erva-mate, carente de informações não apenas no que tange ao enraizamento de estacas, mas a todo o processo de formação da muda propriamente dita.

10 REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. *et al*. **Clonagem e doenças do Eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 442p, 2004.

ASSIS, T. F.; TEIXEIRA, S. L. **Enraizamento de plantas lenhosas.** In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S., BUSO, J. A. (Ed.) Cultura de tecidos e transformação genética de plantas. Brasília: Embrapa – SPI / Embrapa – CNPH, p.261-296, 1998.

BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do Sul**: guia de identificação & interesse ecológico: as principais espécies nativas sul-brasileiras. Rio de Janeiro: Instituto Souza Cruz, p.60-61, 2002.

BONDARIK, R.; KOVALESKI, J. L.; PILATTI, L. A. A Produção de Erva-Mate e a Iniciação Industrial do Paraná. In: 19º Congresso Internacional de Administração de Empresas / ADM-2006, 2006, Ponta Grossa-Pr. **Anais**... Ponta Grossa: UEPG, 2006.

BRONDANI, G. E. *et al*. Composições de substratos e ambientes de enraizamento na estaquia de *Ilex paraguariensis* A. St. -Hil. **Floresta**, Curitiba, v. 39, n.1, p.41-9, 2009.

CANSIAN, R. L. *et al*. Identificação de polinizadores na progênie da matriz de erva-mate Cambona-4, usando marcadores RAPD. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó. **Anais...** [Chapecó]: EPAGRI, 2003. s.3-7. 1 CD-ROM. Secão: Conservação, Melhoramento e Multiplicação. Feira do Agronegócio da Erva-mate, 1., 2003, Chapecó. Integrar para promover o agronegócio da erva-mate.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras**: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas – EMBRAPA – CNPF. 1994. Colombo – PR.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras** (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras), v.1, Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, p. 457-466, 2003.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de Reguladores Vegetais na Agricultura Tropical**. 1 ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., 2001, 132p.

COSTA, R. B. *et al*. Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) na região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP, **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.4, p.371-6, 2005.

COSTA, S. G. **A erva-mate**. Scientia et Labor. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral, 86p, 1989.

DAVIES JUNIOR, F. T.; Shoot RNA, cambrial activity and indolebutyric acid effectivity in seasonal rooting of juvenile and mature *Ficus pumila* cuttings. **Physiologia Plantarum**. Copenhagen. v. 62. n. 4. p.571-575. 1984.

DAVIES, P. J. **Plant Hormones**: Physiology, biochemistry and molecular biology. 2 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 833p, 1995.

DIAZ-SALA, C. *et al*. Maturation-related loss in rooting competence by loblolly pine stem cuttings: the role of auxin transport, metabolism and tissue sensitivity. **Physiologia Plantarum**. Copenhagen. v. 97. n. 3. p.481-490. 1996.

DUTRA, L. F.; HANSEL, F. A.; WENDLING, I. **Introdução ao cultivo *in vitro* da erva-mate (*Ilex paraguariensis*).** Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 38. Colombo: Embrapa Florestas, 33p, 2008.

FOWLER, J. A. P.; STURION, J. A. **Aspectos da formação do fruto e da semente na germinação da erva-mate**. Comunicado Técnico, 45. Colombo: Embrapa Florestas, 5p, 2000.

HARTMANN, H. T. *et al*. **Plant Propagation:** Principles and Pratices. 7 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.

GONÇALVES, M. *et al*. Produção de carvão a partir de resíduo de erva-mate para a remoção de contaminantes orgânicos de meio aquoso. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n.5, set./out., p. 1386 - 1391, 2007.

GUIOTOKU, M. *et al*. **Utilização de Palitos de Erva-Mate na Produção de Painéis de Aglomerado**, Comunicado Técnico, 214. Colombo: Embrapa Florestas, 6p, 2008.

IBGE. Produção Agrícola Municipal. In: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Rio de Janeiro: IBGE, vol. 34, 68p, 2007a. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2007/pam2007.pdf. Acesso em: 15/abril/ 2009.

IBGE. Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura. In: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Rio de Janeiro: IBGE, vol. 22, 45p, 2007b. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2007/pevs2007.pdf. Acesso em: 15/abril/ 2009.

KRIKORIAN, A. D. Hormones in Tissue Culture and Micropropagation, In: DAVIES, P. J.; **Plant Hormones**: Physiology, biochemistry and molecular biology. 2 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 774-796, 1995.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, v.1, p.47, 2002.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas Medicinais do Brasil**: nativas e exóticas. 1 ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum. 2002. p. 71-72.

LOURENÇO, R. S. *et al*. Influência da cobertura morta na produtividade da erva-mate. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.43, p.113-22, 2001.

MACHADO, C. C. B. *et al*. Determinação do perfil de compostos voláteis e avaliação do sabor e aroma de bebidas produzidas a partir da erva-mate (*Ilex paraguariensis*). **Química Nova**, São Paulo, v.30, n.3, p.513-518, 2007.

MALINOVSKI, R. A. *et al*. Viabilidade econômica de reflorestamentos em áreas limítrofes de pequenas propriedades rurais no município de São José dos Pinhais – PR. **Floresta**, Curitiba, v.36, n.2, p.261-74, 2006.

MAZUCHOWSKI, J. Z. Controle de qualidade da erva-mate com vistas a certificação. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIAO TECNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 99-120, 1997.

MAZUCHOWSKI, J. Z. **Manual da erva-mate**. Curitiba: Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural, 104p, 1988.

MEDRADO, M. J. S. **Cultivo da Erva-Mate**. Sistemas de Produção, 1. ISSN 1678-8281. Versão Eletrônica Nov./2005. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia .embrapa.br/FontesHTML/Ervamate/CultivodaErvaMate/index.htm. Acesso em: 12/01/2008.

MEDRADO, M. J. S. *et al*. **Implantação de ervais**, 1 ed, Colombo: Embrapa Florestas, 2001, 26p.

MEDRADO, M. J. S. *et al*. **Recuperação de ervais degradados**, Comunicado Técnico, 86. Colombo: Embrapa Florestas, 2002, 6p.

MEDRADO, M. J. S.; MOSELLE, S. H. **O futuro da investigação científica em Erva-mate**. Documentos, 92. Colombo: Embrapa Florestas, 64p., 2004.

MENEGUETI, J. C. B. *et al*. Superação da dormência de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) por estratificação. **Revista Varia Scientia**, Cascavel, v.4, n.8, p.157-82, 2004.

MENZIES, M. I. *et al*. Morphological markers of physiological age for *Pinus radiata*. **New Zealand Journal of Forestry Science**, Rotorua, v.30, n.3, p.359-364, 2000.

METZGER, J. D. Hormones and Reproductive Development, In: DAVIES, P. J.; **Plant Hormones**: Physiology, biochemistry and molecular biology. 2 ed. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, p. 617-648, 1995.

NAU, J. **Ball Perennial Manual**: Propagation and Production. 1 ed. Illinois: Ball Publishing, 1996, p. 15-20.

PERRANDO, E. R.; CORDER, M. P. M., Rebrota de cepas de *Acacia mearnsii* em diferentes idades, épocas do ano e alturas de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.4, p.555-62, 2006.

QUADROS, K. M., **Propagação vegetativa de erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hilaire – Aquifoliaceae)**. Santa Maria, 2009. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

RAKOCEVIC, M. *et al*. Quality of yerba-mate leaves originating from male and female plants. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n.54, p.71-83, 2007.

RESENDE, M. D. V. *et al*. **Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela Embrapa** : Resultados da avaliação de populações, progênies, indivíduos e clones. Circular Técnica 43, Colombo: Embrapa Florestas, 66p, 2000.

SAND, H. A. **Propagacion agamica de la yerba mate (Ilex paraguariensis St. Hil.)**. INTA. Nota tecnica, 40. Cerro Azul: INTA. Estacion Experimental Agropecuaria Misiones, 11p, 1989.

STURION, J. A. *et al*. **Métodos de produção de sementes melhoradas de erva-mate**. Circular Técnica, 34. Colombo: Embrapa Florestas, 1999, 15p.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 4ed. Sunderland: Sinauer Associates, Inc., Publishers, 764p, 2006.

WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. de. **Fisiologia Vegetal**: Produção e pós-colheita. 1 ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2002, 424 p.

WENDLING, I.; DUTRA, L.; GROSSI, F. Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.2, p.289-92, 2007.

YOUSSEF, E. M. A., Rejuventaion in *Acacia saligna* “Labill” Wendl, **Bulletin of Faculty of Agriculture University of Cairo**, Giza, v.44, n.1, p.105-30, 1993.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: Uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. 1 ed. Katia Christina Zuffellato-Ribas, Curitiba, 2001, 39 p.

ANEXOS

ANEXO 01- INDUÇÃO DE BROTAÇÕES E ESTAQUIA DE ERVA-MATE

ANEXO 02- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

ANEXO 03- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

ANEXO 04- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA (MM) DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

ANEXO 05- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE COM CALOS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

ANEXO 06- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE VIVAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

ANEXO 07- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

ANEXO 01 - INDUÇÃO DE BROTAÇÕES E ESTAQUIA DE ERVA-MATE

A. Decepa com brotações. **B.** Anelamento com brotações. **C.** Estaca proveniente de brotação de anelamento/decepa enraizada. **D.** Estaca proveniente de brotação de copa enraizada . **E.** Detalhe do vigor radicial de estaca proveniente de brotação de anelamento/decepa, com raízes emergindo da região lateral do caule. **F.** Detalhe das raízes de estaca proveniente de brotação de copa, com formação de calo e raízes emergindo apenas da região do bisel.

ANEXO 02- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE ENRAIZADAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

	12 ANOS				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	77,50 a A	67,50 a AB	63,29 a ABC	53,75 b BC	42,50 b C
Primavera	61,25 a A	46,25 a A	48,75 a A	51,25 b A	62,50 ab A
Verão	5,00 b A	10,00 b A	3,75 b A	17,50 c A	6,25 c A
Outono	70,00 a A	67,50 a A	68,75 a A	87,50 a A	78,06 a A
	80 ANOS				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	1,25 b A	2,50 b A	7,50 bc A	13,75 a A	5,00 b A
Primavera	27,50 a A	25,00 a A	28,75 ab A	16,25 a A	21,25 ab A
Verão	1,25 b A	0,00 b A	5,00 c A	2,50 a A	1,25 b A
Outono	16,25 ab A	30,00 a A	37,50 a A	20,00 a A	37,50 a A
	INVERNO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	77,50 a A	67,50 a AB	63,29 a ABC	53,75 a BC	42,50 a C
80 anos	1,25 b A	2,50 b A	7,50 b A	13,75 b A	5,00 b A
	PRIMAVERA				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	61,25 a A	46,25 a A	48,75 a A	51,25 a A	62,50 a A
80 anos	27,50 b A	25,00 b A	28,75 b A	16,25 b A	21,25 b A
	VERÃO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	5,00 a A	10,00 a A	3,75 a A	17,50 a A	6,25 a A
80 anos	1,25 a A	0,00 a A	5,00 a A	2,50 a A	1,25 a A
	OUTONO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	70,00 a A	67,50 a A	68,75 a A	87,50 a A	78,06 a A
80 anos	16,25 b A	30,00 b A	37,50 b A	20,00 b A	37,50 b A

	0 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	77,50 a A	61,25 a A	5,00 a B	70,00 a A
80 anos	1,25 b B	27,50 b A	1,25 a B	16,25 b AB
	1500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	67,50 a A	46,25 a A	10,00 a B	67,50 a A
80 anos	2,50 b B	25,00 b A	0,00 a B	30,00 b A
	3000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	63,29 a A	48,75 a A	3,75 a B	68,75 a A
80 anos	7,50 b BC	28,75 b AB	5,00 a C	37,50 b A
	4500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	53,75 a B	51,25 a B	17,50 a C	87,50 a A
80 anos	13,75 b A	16,25 b A	2,50 a A	20,00 b A
	6000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	42,50 a B	62,50 a AB	6,25 a C	78,06 a A
80 anos	5,00 b B	21,25 b AB	1,25 a B	37,50 b A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ANEXO 03- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O NÚMERO DE RAÍZES POR ESTACA DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

	12 anos				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	9,48 a A	9,86 a A	8,45 a A	8,50 b A	10,12 ab A
Primavera	4,05 bc B	5,50 b B	6,46 ab B	13,25 a A	12,38 a A
Verão	1,88 c A	1,63 c A	3,88 b A	2,80 c A	1,25 c A
Outono	4,93 b B	6,24 b AB	6,77 ab AB	8,30 b A	8,89 b A
	80 ANOS				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	0,50 b A	1,75 ab A	1,63 b A	2,29 b A	1,88 bc A
Primavera	5,67 a AB	3,14 a B	6,81 a A	5,55 a AB	5,09 a AB
Verão	0,25 b A	0,00 b A	0,67 b A	0,75 b A	0,75 c A
Outono	1,92 b A	3,27 a A	2,86 b A	2,60 b A	3,90 ab A
	INVERNO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	9,48 a A	9,86 a A	8,45 a A	8,50 a A	10,12 a A
80 anos	0,50 b A	1,75 b A	1,63 b A	2,29 b A	1,88 b A
	PRIMAVERA				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	4,05 a B	5,50 a B	6,46 a B	13,25 a A	12,38 a A
80 anos	5,67 a AB	3,14 a B	6,81 a A	5,55 b AB	5,09 b AB
	VERÃO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	1,88 a A	1,63 a A	3,88 a A	2,80 a A	1,25 a A
80 anos	0,25 a A	0,00 a A	0,67 b A	0,75 a A	0,75 a A
	OUTONO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	4,93 a B	6,24 a AB	6,77 a AB	8,30 a A	8,89 a A
80 anos	1,92 b A	3,27 b A	2,86 b A	2,60 b A	3,90 b A

	0 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	9,48 a A	4,05 a BC	1,88 a C	4,93 a B
80 anos	0,50 b B	5,67 a A	0,25 a B	1,92 b B
	1500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	9,86 a A	5,50 a B	1,63 a C	6,24 a B
80 anos	1,75 b AB	3,14 a A	0,00 a B	3,27 b A
	3000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	8,45 a A	6,46 a AB	3,88 a B	6,77 a AB
80 anos	1,63 b B	6,81 a A	0,67 b B	2,86 b B
	4500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	8,50 a B	13,25 a A	2,80 a C	8,30 a B
80 anos	2,29 b B	5,55 b A	0,75 a B	2,60 b B
	6000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	10,12 a AB	12,38 a A	1,25 a C	8,89 a B
80 anos	1,88 b BC	5,09 b A	0,75 a C	3,90 b AB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ANEXO 04- RESULTADOS DA COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA O COMPRIMENTO MÉDIO DAS 3 MAIORES RAÍZES POR ESTACA (mm) DE ERVA-MATE, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

	12 anos				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	26,76 a A	31,32 a A	31,37 a A	28,30 b A	24,83 b A
Primavera	23,64 ab CD	18,92 b D	30,68 a BC	41,85 a A	37,17 a AB
Verão	2,11 c A	2,08 c A	2,40 b A	7,97 c A	7,69 c A
Outono	18,51 b C	21,16 b BC	26,15 a ABC	30,88 b A	27,52 b AB
	80 ANOS				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	2,25 b A	5,75 ab A	5,29 bc A	6,59 bc A	3,54 bc A
Primavera	19,47 a AB	11,19 a B	20,61 a A	19,10 a AB	17,47 a AB
Verão	2,25 b A	0,00 b A	2,20 c A	2,00 c A	1,17 c A
Outono	6,21 b A	11,66 a A	11,85 b A	10,59 b A	10,32 ab A
	INVERNO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	26,76 a A	31,32 a A	31,37 a A	28,30 a A	24,83 a A
80 anos	2,25 b A	5,75 b A	5,29 b A	6,59 b A	3,54 b A
	PRIMAVERA				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	23,64 a CD	18,92 a D	30,68 a BC	41,85 a A	37,17 a AB
80 anos	19,47 a AB	11,19 b B	20,61 b A	19,10 b AB	17,47 b AB
	VERÃO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	2,11 a A	2,08 a A	2,40 a A	7,97 a A	7,69 a A
80 anos	2,25 a A	0,00 a A	2,20 a A	2,00 a A	1,17 a A
	OUTONO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	18,51 a C	21,16 a BC	26,15 a ABC	30,88 a A	27,52 a AB
80 anos	6,21 b A	11,66 b A	11,85 b A	10,59 b A	10,32 b A

	0 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	26,76 a A	23,64 a AB	2,11 a C	18,51 a B
80 anos	2,25 b B	19,47 a A	2,25 a B	6,21 b B
	1500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	31,32 a A	18,92 a B	2,08 a C	21,16 a B
80 anos	5,75 b AB	11,19 b A	0,00 a B	11,66 b A
	3000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	31,37 a A	30,68 a A	2,40 a B	26,15 a A
80 anos	5,29 b BC	20,61 b A	2,20 a C	11,85 b B
	4500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	28,30 a B	41,85 a A	7,97 a C	30,88 a B
80 anos	6,59 b BC	19,10 b A	2,00 a C	10,59 b B
	6000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	24,83 a B	37,17 a A	7,69 a C	27,52 a B
80 anos	3,54 b BC	17,47 b A	1,17 a C	10,32 b AB

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ANEXO 05- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE COM CALOS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

	12 anos				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	7,50 b A	13,75 ab A	7,63 ab A	2,64 a A	8,75 a A
Primavera	10,00 b A	1,25 b A	5,00 b A	5,00 a A	5,00 a A
Verão	17,50 ab A	23,75 a A	17,50 ab A	17,50 a A	12,50 a A
Outono	26,25 a A	27,50 a A	22,50 a AB	8,75 a B	16,67 a AB
	80 ANOS				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	5,00 b C	31,25 b A	23,75 b AB	38,75 b A	8,75 b BC
Primavera	17,50 b A	7,50 c AB	1,25 c AB	3,75 c AB	0,00 b B
Verão	15,00 b A	2,50 c A	7,50 c A	8,75 c A	8,75 b A
Outono	82,50 a A	68,75 a AB	57,50 a B	73,75 a AB	61,25 a B
	INVERNO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	7,50 a A	13,75 b A	7,63 b A	2,64 b A	8,75 a A
80 anos	5,00 a C	31,25 a A	23,75 a AB	38,75 a A	8,75 a BC
	PRIMAVERA				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	10,00 a A	1,25 a A	5,00 a A	5,00 a A	5,00 a A
80 anos	17,50 a A	7,50 a AB	1,25 a AB	3,75 a AB	0,00 a B
	VERÃO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	17,50 a A	23,75 a A	17,50 a A	17,50 a A	12,50 a A
80 anos	15,00 a A	2,50 b A	7,50 a A	8,75 a A	8,75 a A
	OUTONO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	26,25 b A	27,50 b A	22,50 b AB	8,75 b B	16,67 b AB
80 anos	82,50 a A	68,75 a AB	57,50 a B	73,75 a AB	61,25 a B

	0 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	7,50 a B	10,00 a B	17,50 a AB	26,25 b A
80 anos	5,00 a B	17,50 a B	15,00 a B	82,50 a A
	1500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	13,75 b AB	1,25 a B	23,75 a A	27,50 b A
80 anos	31,25 a B	7,50 a C	2,50 b C	68,75 a A
	3000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	7,63 b AB	5,00 a B	17,50 a AB	22,50 b A
80 anos	23,75 a B	1,25 a C	7,50 a C	57,50 a A
	4500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	2,64 b A	5,00 a A	17,50 a A	8,75 b A
80 anos	38,75 a B	3,75 a C	8,75 a C	73,75 a A
	6000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	8,75 a A	5,00 a A	12,50 a A	16,67 b A
80 anos	8,75 a B	0,00 a B	8,75 a B	61,25 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ANEXO 06- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE VIVAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

	12 anos				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	0,00 c A	6,25 c A	2,57 c A	7,64 bc A	8,75 b A
Primavera	11,25 b AB	20,00 b A	12,50 b AB	11,25 b AB	3,75 b B
Verão	41,25 a A	31,25 a BC	30,00 a BC	25,00 a C	35,00 a AB
Outono	2,50 bc A	3,75 c A	7,50 bc A	1,25 c A	2,78 b A
	80 ANOS				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	0,00 a A	3,75 a A	1,25 a A	1,25 a A	2,50 a A
Primavera	5,00 a A	6,25 a A	2,50 a A	2,50 a A	2,50 a A
Verão	8,75 a A	2,50 a A	5,00 a A	7,50 a A	5,00 a A
Outono	0,00 a A	1,25 a A	0,00 a A	2,50 a A	0,00 a A

	0 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	0,00 a C	11,25 a B	41,25 a A	2,50 a BC
80 anos	0,00 a A	5,00 a A	8,75 b A	0,00 a A
	1500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	6,25 a C	20,00 a B	31,25 a A	3,75 a C
80 anos	3,75 a A	6,25 b A	2,50 b A	1,25 a A
	3000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	2,57 a C	12,50 a B	30,00 a A	7,50 a BC
80 anos	1,25 a A	2,50 b A	5,00 b A	0,00 a A
	4500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	7,64 a BC	11,25 a B	25,00 a A	1,25 a C
80 anos	1,25 a A	2,50 b A	7,50 b A	2,50 a A
	6000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	8,75 a B	3,75 a B	35,00 a A	2,78 a B
80 anos	2,50 a A	2,50 a A	5,00 b A	0,00 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ANEXO 07- RESULTADOS DO TESTE DE COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PARA A PORCENTAGEM DE ESTACAS DE ERVA-MATE MORTAS, EM EXPERIMENTO REALIZADO COM DUAS IDADES DE PLANTAS MATRIZES, 4 ESTAÇÕES DO ANO E 5 CONCENTRAÇÕES DE IBA

	12 anos				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	15,00 b B	12,50 b B	26,51 b AB	35,98 a A	40,00 ab A
Primavera	17,50 b A	32,50 a A	33,75 ab A	32,50 a A	28,75 b A
Verão	36,25 a A	35,00 a A	48,75 a A	40,00 a A	46,25 a A
Outono	1,25 b A	1,25 b A	1,25 c A	2,50 b A	2,50 c A
	80 ANOS				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
Inverno	93,75 a A	62,50 b CD	67,50 a BC	46,25 b D	83,75 a AB
Primavera	50,00 c B	61,25 b AB	67,50 a A	77,50 a A	76,25 a A
Verão	75,00 b B	95,00 a A	82,50 a AB	81,25 a AB	85,00 a AB
Outono	1,25 d A	0,00 c A	5,00 b A	3,75 c A	1,25 b A
	INVERNO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	15,00 b B	12,50 b B	26,51 b AB	35,98 a A	40,00 b A
80 anos	93,75 a A	62,50 a CD	67,50 a BC	46,25 a D	83,75 a AB
	PRIMAVERA				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	17,50 b A	32,50 b A	33,75 b A	32,50 b A	28,75 b A
80 anos	50,00 a B	61,25 a AB	67,50 a A	77,50 a A	76,25 a A
	VERÃO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	36,25 b A	35,00 b A	48,75 b A	40,00 b A	46,25 b A
80 anos	75,00 a B	95,00 a A	82,50 a AB	81,25 a AB	85,00 a AB
	OUTONO				
	0 mg L^{-1} IBA	1500 mg L^{-1} IBA	3000 mg L^{-1} IBA	4500 mg L^{-1} IBA	6000 mg L^{-1} IBA
12 anos	1,25 a A	1,25 a A	1,25 a A	2,50 a A	2,50 a A
80 anos	1,25 a A	0,00 a A	5,00 a A	3,75 a A	1,25 a A

	0 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	15,00 b B	17,50 b B	36,25 b A	1,25 a B
80 anos	93,75 a A	50,00 a C	75,00 a B	1,25 a D
	1500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	12,50 b B	32,50 b A	35,00 b A	1,25 a B
80 anos	62,50 a B	61,25 a B	95,00 a A	0,00 a C
	3000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	26,51 b B	33,75 b AB	48,75 b A	1,25 a C
80 anos	67,50 a A	67,50 a A	82,50 a A	5,00 a B
	4500 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	35,98 a A	32,50 b A	40,00 b A	2,50 a B
80 anos	46,25 a B	77,50 a A	81,25 a A	3,75 a C
	6000 mg L^{-1} IBA			
	Inverno	Primavera	Verão	Outono
12 anos	40,00 b AB	28,75 b B	46,25 b A	2,50 a C
80 anos	83,75 a A	76,25 a A	85,00 a A	1,25 a B

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e médias seguidas da mesma letra maiúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo