

VIGOR JUVENIL EM PROGÊNIES DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) NATIVAS DO ESTADO DE MATO GROSSO DO SUL**JUVENILE VIGOUR IN ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) NATURAL PROGENIES FROM MATO GROSSO DO SUL STATE**

Suzi Maggi Kras¹ Reginaldo Brito da Costa²
Marcos Deon Vilela de Resende³ Raul Alffonso Rodrigues Roa⁴

RESUMO

O presente trabalho objetivou estimar parâmetros e valores genéticos para caracteres altura, diâmetro e sobrevivência de progênies de erva-mate em fase inicial de desenvolvimento, com vistas ao estabelecimento de teste de progênie em área indígena Kaiowá e Guarani, visando à seleção de materiais genéticos adaptados ao local. As sementes foram coletadas de trinta matrizes nativas de polinização aberta no município de Caarapó, MS. As progênies de meio-irmãos foram estabelecidas no viveiro da COMFLORA Reflorestadora, em Ponta Porã, MS, sob delineamento de blocos ao acaso, com trinta tratamentos (progênies), cinco repetições e dez plantas por parcela em linhas simples. Aos 8 meses de idade, foram avaliados os caracteres: altura total das mudas, diâmetro do coleto e sobrevivência. Os valores obtidos de herdabilidades individual (0,48; 0,55 e 0,79) e para média de progênies (0,74; 0,87 e 0,90) para os caracteres altura, diâmetro e sobrevivência, respectivamente, foram expressivos, sugerindo grandes chances de progresso genético na seqüência das avaliações. Ganhos genéticos preditos de 46,26% foram obtidos para o carácter altura e 38,61% para o carácter diâmetro, com a seleção dos dez melhores indivíduos. Os coeficientes de variação genética individual (CV_{gi} %) para os caracteres altura (25,24) e diâmetro (18,48) são considerados valores elevados, o que denota a ocorrência de uma expressão genética desejável para o programa de melhoramento genético. Os ganhos genéticos com seleção para a idade avaliada estimulam a utilização desse germoplasma e a continuidade das avaliações em idades mais avançadas.

Palavras-chave: Erva-mate; herdabilidade; ganho genético; Kaiowá e Guarani.

ABSTRACT

The objective of this paper was to estimate the parameters and genetic values for the traits height, diameter and survival of erva-mate progenies, in an initial development phase, for the establishment of a progeny test in the indian area Kaiowá and Guarani. Seeds from 30 parent trees were collected in Caarapó, MS. The half-sib progenies were established at the COMFLORA Reflorestadora nursery in Ponta Porã, MS, in a randomized complete block design, with thirty progenies, five replications and ten plants per plot. Eight months after planting, height, diameter and survival were evaluated. The values of individual heritability (0.48; 0.55 e 0.79) and progeny mean heritability (0.74; 0.87 e 0.90) for height, diameter and survival, respectively, were expressive, suggesting great possibility of genetic progress in the future evaluation. Genetic gain predictions of 46.31% for height and of 38.61% for diameter were obtained with selection of the best ten individuals. The coefficients of individual genetic variation (CV_{gi} %) for height (25.24) and diameter (18.48) were high, suggesting desired genetic expression for genetic improvement purposes. The genetic gain for the evaluated age stimulates the use of this germoplasm in future evaluations at advanced ages.

Keywords: *Erva-mate*; heritability; genetic gain; Kaiowá and Guarani.

1. Bióloga, Programa Kaiowá/Guarani, Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Av. Tamandaré, 6000, Jardim Siminário, Caixa Postal 100, CEP 79117-100, Campo Grande (MS). Bolsista CNPq.
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor da Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Programa de Mestrado em Desenvolvimento Local, Av. Tamandaré, 6000, Caixa Postal 100, CEP 79117-100, Campo Grande (MS). rcosta@ucdb.br
3. Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador da Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPq), Caixa Postal 31, CEP 83411-000, Colombo (PR). deon@cnpf.embrapa.br
4. Biólogo, Mestrando do Programa de Mestrado em Desenvolvimento Local, Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), Av. Tamandaré, 6000, Jardim Seminário, Caixa Postal 100, CEP 79117-100, Campo Grande (MS). Bolsista CAPES.

Recebido para publicação em 5/07/2006 e aceito em 10/01/2007.

INTRODUÇÃO

Em 1822, o naturalista francês, Auguste de Saint-Hilaire, classificou botanicamente a erva-mate como *Ilex paraguariensis*. O gênero *Ilex* pertence à família Aquifoliaceae e apresenta cerca de seiscentas espécies, sendo que 220 são nativas da América do Sul, das quais 68 ocorrem no Brasil (Sturion e Resende, 1997).

O extrativismo da erva-mate pelos portugueses teve início em 1610, com a instalação dos jesuítas nas províncias do Paraguai, Buenos Aires e Tucuman onde passaram a orientar os indígenas no plantio, cultivo e extração da erva. Tradicionalmente, as comunidades indígenas do estado de Mato Grosso do Sul utilizam sistematicamente as folhas da espécie (Arruda, 1986).

A exploração dos extensos ervais no cone sul do antigo estado de Mato Grosso foi desencadeada a partir do Decreto Imperial n. 799 de dezembro de 1882 que concedia a Thomaz Larangeira o direito de colher a erva-mate na região. A empreitada de caráter pessoal logo assume o caráter de Empresa quando é criada a Companhia Matte Larangeira S. A. (Bianchini, 2000).

A *Ilex paraguariensis* é uma espécie arbórea endêmica do Continente Americano, de distribuição natural, ocupando 540.000 km², dos quais, 450.000 km² são no Brasil, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e sul do Mato Grosso do Sul (Croce *et al.*, 1994). Atualmente são poucos os indivíduos remanescentes em toda a área nativa de erva-mate na região de Mato Grosso do Sul, sobretudo nas reservas indígenas Kaiowá e Guarani.

O melhoramento genético da cultura é recente, tendo-se iniciado a partir de 1974 na Argentina, e na década de 1990 no Brasil. Basicamente três programas estão em desenvolvimento: o do Instituto Nacional de Tecnologia Agropecuária (INTA) na Argentina (Belingheri e Prat Kricun, 1997), o da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (Sturion e Resende, 1997). De maneira geral, tais programas têm enfatizado as seguintes características silviculturais: adaptação, produção de massa verde, resistência a pragas e doenças, desfolhamento e tipo de ramificação ou arquitetura (Resende *et al.*, 2000). Em um futuro próximo, características associadas à qualidade dos produtos da erva-mate também deverão ser consideradas nos programas de melhoramento. Croce e De Nadal (1995) enfatizam que a erva-mate é, sem dúvida, promissora na busca de maximizar a rentabilidade em termos de produção e, ao mesmo tempo, preservar e/ou recuperar os recursos naturais. Dessa forma, o melhoramento genético da espécie poderá trazer benefícios ambientais e econômicos, servindo também de opção para sistemas agroflorestais.

Os testes de progênies, instrumentos dos mais importantes para o trabalho do melhorista, têm sido usados na estimação dos parâmetros genéticos e seleção de indivíduos, quando se busca avaliar a magnitude e a natureza da variância genética disponível, com vistas a quantificar os ganhos e prever os melhores genótipos.

No caso das progênies de erva-mate, avaliadas em viveiro e a serem instaladas em área de ocorrência natural da espécie, no município de Caarapó, MS, há um interesse expressivo por parte da comunidade indígena quanto ao cultivo e exploração da espécie, tendo em vista o uso no cotidiano e o seu valor cultural.

Neste sentido, trabalho prospectivo foi apresentado por Costa *et al.* (2005) que subsidiou o presente estudo que inicia o programa de melhoramento genético da espécie no estado de Mato Grosso do Sul (MS). O presente estudo envolve uma amostra maior do germoplasma natural do MS.

O objetivo dessa pesquisa foi estimar parâmetros e valores genéticos para caracteres de crescimento de progênies de erva-mate em fase inicial de desenvolvimento, com vistas ao estabelecimento de teste de progênie em área indígena Kaiowá e Guarani, visando à seleção de materiais genéticos adaptados ao local..

MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de erva-mate foram produzidas partindo de sementes coletadas de matrizes nativas de polinização aberta, no município de Caarapó, MS. Estabelecidas em forma de teste de progênie no viveiro da COMFLORA Reflorestadora em Ponta Porã, MS localizado na latitude 22^o32'S, longitude 55^o54'W e altitude 460 m.

O teste de progênie foi instalado sob delineamento de blocos ao acaso com trinta tratamentos (progênies), cinco repetições e dez plantas por parcela em linhas simples, no espaçamento entre mudas de 40

cm x 40 cm. Aos 8 meses de idade, as progênies foram avaliadas quanto aos caracteres: a) altura total das mudas – determinada com auxílio de trena graduada e as medidas expressas em centímetros; b) diâmetro do coleto – obtido utilizando-se paquímetro e expresso em milímetros; c) sobrevivência.

As variáveis foram analisadas usando-se a metodologia de modelo linear misto (univariado aditivo) – REML/BLUP, seguindo-se o procedimento apresentado por Resende (2002b), consistindo do seguinte:

$$y = Xb + Za + Wc + e$$

Em que: y, b, a, c, e = vetores de dados, dos efeitos de blocos (fixos), de efeitos genéticos aditivos (aleatório), de efeitos de parcela (aleatório) e de erros aleatórios respectivamente; X, Z, W = matrizes de incidência para b, a, c, respectivamente.

Distribuições e estruturas de médias e variâncias

$$y|b, V \sim N(Xb, V)$$

$$a|A, \sigma_a^2 \sim N(0, A \sigma_a^2)$$

$$c|\sigma_c^2 \sim N(0, I \sigma_c^2)$$

$$e|\sigma_e^2 \sim N(0, I \sigma_e^2)$$

$$\text{Cov}(a, c') = 0; \quad \text{Cov}(a, e') = 0; \quad \text{Cov}(c, e') = 0$$

ou seja:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad e \quad \text{Var} \begin{bmatrix} y \\ a \\ c \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} V & ZG & WC & R \\ GZ & G & 0 & 0 \\ CW' & 0 & C & 0 \\ R & 0 & 0 & R \end{bmatrix}$$

Em que:

$$G = A \sigma_a^2$$

$$R = I \sigma_e^2$$

$$C = I \sigma_c^2$$

$$V = ZA \sigma_a^2 Z' + WI \sigma_c^2 W' + I \sigma_e^2 = ZGZ' + WCW' + R.$$

Equações de modelo misto

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z & X'W \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\lambda_1 & Z'W \\ W'X & W'Z & W'W + I\lambda_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \\ \hat{c} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \\ W'y \end{bmatrix}$$

Em que:

$$\lambda_1 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1 - h^2 - c^2}{h^2}; \quad \lambda_2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_a^2} = \frac{1 - h^2 - c^2}{c^2}$$

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2} = \text{herdabilidade individual no sentido restrito no bloco};$$

$$c^2 = \sigma_c^2 / (\sigma_a^2 + \sigma_c^2 + \sigma_e^2) = \text{correlação relativa ao ambiente comum da parcela};$$

$$\sigma_a^2 = \text{variância genética aditiva};$$

σ_c^2 = variância entre parcelas;

σ_e^2 = variância residual (ambiente dentro de parcelas + não-aditiva);

A = matriz de correlação genética aditiva entre os indivíduos em avaliação.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas pelo procedimento REML (restricted maximum likelihood) partindo de iterações nas equações de modelo misto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às estimativas dos parâmetros genéticos para os caracteres altura, diâmetro e sobrevivência das progênies são apresentados na Tabela 1.

As herdabilidades individual no sentido restrito para os caracteres estudados podem ser consideradas de altas magnitudes (0,48; 0,55 e 0,79), para altura, diâmetro e sobrevivência respectivamente. Resultados mais expressivos foram obtidos para média de progênies (0,74; 0,87 e 0,90) o que indica que a seleção pode ser efetiva usando-se as informações, tanto de famílias, quanto dos indivíduos. Esses resultados são superiores àqueles encontrados por Costa *et al.* (2005) para progênies nativas da região, o que denota uma boa perspectiva de variabilidade genética a ser explorada ao longo de um programa de melhoramento genético. Em relação às informações de famílias, os resultados são coerentes com os observados na literatura relativa a outras espécies florestais (Kageyama, 1980; Sturion, 1993; Cornelli, 1994; Sampaio, 1996) e quanto à erva-mate (Simeão *et al.*, 2002).

TABELA 1: Estimativas de parâmetros genéticos para os caracteres altura, diâmetro e sobrevivência em progênies de erva-mate, no município de Ponta Porã, MS.

TABLE 1: Genetic parameters estimates for the traits height, diameter and survival in *erva-mate* progenies at Ponta Porã, MS.

Estimativas ¹	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	Sobrevivência
Herdabilidade individual no sentido restrito no bloco (\hat{h}_a^2)	0,48	0,55	0,79
Herdabilidade da média de progênie (\hat{h}_{mp}^2)	0,74	0,87	0,90
Variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_a^2$)	22,67	0,59	0,20
Variância ambiental entre parcelas ($\hat{\sigma}_{parc}^2$)	6,39	0,01	0,007
Variância residual dentro de parcela ($\hat{\sigma}_e^2$)	17,63	0,46	0,04
Variância fenotípica individual ($\hat{\sigma}_f^2$)	46,69	1,07	0,26
Média geral	18,85	4,17	0,75
Coefficiente de variação genética individual (CV _{gi} %)	25,24	18,48	60,65
Coefficiente de variação genética entre progênies (CV _{gp} %)	12,62	9,24	30,33
Coefficiente de variação residual (CV _e %)	16,64	7,69	22,05

Em que: 1 = Herdabilidade individual no sentido restrito do bloco; (CV_e%) = coeficiente de variação residual (ambiental + genética não-aditiva) dentro de parcelas.

Os coeficientes de variação genética individual (CV_{gi}%) que expressam em percentagem da média geral a quantidade de variação genética existente, apresentaram valores expressivos para os caracteres em estudo (25,24; 18,48; 60,65) condizentes àqueles obtidos por Costa *et al.* (2005). Esses resultados revelam que a população pode ser considerada apropriada para o programa de melhoramento genético. Em outros termos, ganho genético é esperado aplicando-se procedimento adequado de seleção. Os dados encontrados sugerem que, em futuras avaliações de campo, poderá haver maior expressão da variação genética para os caracteres estudados e produção de massa foliar associada.

Os coeficientes de variação residual (CV_e%) encontrados apresentaram valores de 7,69% para diâmetro, 16,64% para altura e 22,05% para sobrevivência, considerados baixo e médios para os respectivos caracteres por Garcia (1989).

Na Tabela 2, são apresentados os valores fenotípicos, genéticos aditivos dos dez melhores indivíduos, ganhos genéticos preditos e nova média da população para o caracter altura.

Observa-se que os indivíduos das progênies 11 e 17 apresentaram melhores desempenhos, porém há uma preponderância seqüencial dos indivíduos da progênie 23 que se mostram promissores, em relação aos valores genéticos. O valor expressivo de acurácia seletiva (0,86) reforça a importância do uso da informação de progênie (Tabela 2). Nesse contexto, os valores preditos permitem indicar com mais segurança que o germoplasma em estudo maximizará as possibilidades de progresso genético com seleção. De maneira geral, os valores genéticos preditos não são iguais aos valores genéticos verdadeiros dos indivíduos. A proximidade entre esses dois valores pode ser avaliada com base na estatística denominada acurácia (Van Vleck *et al.*, 1987). A literatura prática pertinente ao assunto tem demonstrado a importância da acurácia para apontar o grau de confiabilidade dos resultados obtidos na avaliação genética (Resende *et al.*, 1995; Costa *et al.*, 2000).

TABELA 2: Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos e nova média da população dos dez melhores indivíduos para o caracter altura (cm) em erva-mate, no município de Ponta Porã, MS.

TABLE 2: Phenotypic and additive genetic values, genetic gain and new mean of population of the best ten individuals for the trait height (cm) in *erva-mate* in Ponta Porã, MS.

Progênies	Árvore	Valores fenotípicos	Valores genéticos (u + a)	Ganho genético (cm)	Nova média da população
11	5	35,00	28,57	9,71	28,57
17	6	34,00	28,21	9,53	28,39
23	7	32,00	27,87	9,35	28,22
23	4	33,00	27,69	9,22	28,09
23	4	34,00	27,63	9,13	28,00
23	3	32,00	27,45	9,04	27,90
23	4	32,50	27,23	8,95	27,81
11	7	35,50	27,07	8,86	27,72
29	2	35,00	27,06	8,78	27,64
23	6	35,00	26,99	8,72	27,58
Acurácia seletiva					0,86

Os valores fenotípicos, genéticos aditivos dos dez melhores indivíduos, ganhos genéticos preditos e nova média da população para o caracter diâmetro são apresentados na Tabela 3.

Em relação ao caracter diâmetro destacaram-se os indivíduos das progênies 28, 17 e 23. Nota-se, de forma similar ao caracter altura, indivíduos da progênie 23 destacando-se entre os dez melhores materiais genéticos selecionados. As avaliações na seqüência do programa de melhoramento, em idades mais avançadas poderão confirmar o desempenho desses materiais para efeito de seleção. Nesse sentido, a utilização do procedimento REML/BLUP (metodologia de modelos mistos) tende a maximizar os ganhos genéticos obtidos por considerar simultaneamente todas as informações e o parentesco genético entre os indivíduos, além do desbalanceamento dos dados do experimento (Resende e Dias, 2000).

TABELA 3: Valores fenotípicos, genéticos aditivos, ganhos genéticos preditos e nova média da população dos dez melhores indivíduos para o carácter diâmetro (mm) em erva-mate, no município de Ponta Porã, MS.

TABLE 3: Phenotypic and additive genetic values, genetic gain and new mean of population of the best ten individuals for the trait diameter (mm) in *erva-mate* in Ponta Porã, MS.

Progênes	Árvore	Valores fenotípicos	Valores genéticos (u + a)	Ganho genético (mm)	Nova média da população
28	3	8,50	6,51	2,34	6,51
17	1	7,00	5,92	2,04	6,22
23	4	7,00	5,74	1,88	6,06
10	2	7,00	5,71	1,80	5,98
22	7	6,80	5,66	1,75	5,92
17	6	6,40	5,65	1,71	5,88
23	1	6,80	5,65	1,67	5,85
23	7	6,80	5,63	1,65	5,82
21	5	7,00	5,60	1,63	5,80
19	7	7,50	5,56	1,61	5,78
Acurácia seletiva					0,93

As Tabelas 4 e 5 mostram o ordenamento dos indivíduos por seus valores genéticos aditivos para o carácter altura (cm), considerando a sobreposição de gerações (geração atual e geração dos genitores), revelando os vinte melhores genitores e indivíduos.

TABELA 4: Composição do pomar de sementes com sobreposição de gerações, considerando o carácter altura (cm), mostrando os vinte melhores indivíduos de erva-mate no município de Ponta Porã, MS.

TABLE 4: Composition of the seed orchard with overlapping generations for the trait height (cm), showing the twenty best individuals of *erva-mate* in Ponta Porã, MS.

Progênes	Planta	Efeito genético aditivo predito (a)	Ganho Genético (cm)	Nova Média da População
11	5	9,71	9,71	28,57
17	6	9,35	9,53	28,39
23	7	9,01	9,36	28,22
23	4	8,83	9,23	28,09
23	4	8,77	9,14	28,00
23	3	8,59	9,04	27,90
23	4	8,37	8,95	27,81
11	7	8,21	8,86	27,72
29	2	8,20	8,78	27,64
23	6	8,13	8,72	27,58
17	0	8,07	8,66	27,52
24	7	7,97	8,60	27,46
21	3	7,82	8,54	27,40
17	3	7,73	8,48	27,34
29	7	7,62	8,43	27,29
22	6	7,58	8,37	27,23
23	0	7,55	8,32	27,18
23	5	7,48	8,28	27,13
24	4	7,47	8,24	27,09
11	5	7,36	8,19	27,05

É importante salientar que há três estratégias que podem ser adotadas para a formação de pomares de sementes, usando-se a metodologia de modelos lineares mistos ou Reml/Blup: a) pomar de sementes testado (1,5 geração), com seleção de genitores; b) pomar de sementes, com seleção de indivíduos no experimento

(pomar de segunda geração); c) pomar com sobreposição de geração, que é uma modalidade recente. Esse pomar é constituído da mistura de indivíduos selecionados no experimento com algum genitor superior. Nesse caso, é realizada uma simples classificação por valores genéticos preditos e os materiais superiores são incluídos no pomar de sementes sem levar em consideração se pertencem à geração atual ou anterior (Resende, 2002a).

Observa-se, para o caracter altura, entre os 20 melhores indivíduos a serem incluídos no pomar de sementes com sobreposição de geração, que dois deles o décimo primeiro e décimo sétimo indivíduos na classificação para a característica (identificado por 'zero' na coluna planta), referem-se aos genitores 17 e 23. Isso demonstra que, sob seleção, indivíduos da geração atual tendem a ser melhores que aqueles da geração anterior, como esperado, apesar dos genitores 17 e 23 serem superiores a muitos indivíduos da geração atual e poderiam ser mantidos na população de melhoramento.

TABELA 5: Composição do pomar de sementes com sobreposição de gerações, considerando o caracter diâmetro (mm), mostrando os vinte melhores indivíduos de erva-mate no município de Ponta Porã, MS.

TABLE 5: Composition of the seed orchard with overlapping generations for the trait diameter (mm), showing the twenty best individuals of *erva-mate* in Ponta Porã, MS.

Progênies	Plantas	Efeito genético aditivo predito (a)	Ganho Genético (mm)	Nova Média da População
28	3	2,34	2,34	6,51
17	1	1,75	2,04	6,22
23	4	1,56	1,88	6,06
10	2	1,56	1,80	5,98
22	7	1,54	1,75	5,92
17	0	1,50	1,71	5,88
17	6	1,49	1,68	5,85
23	1	1,48	1,65	5,82
23	7	1,48	1,63	5,80
21	5	1,45	1,61	5,79
19	7	1,43	1,60	5,77
17	5	1,39	1,58	5,75
28	1	1,36	1,56	5,73
28	5	1,36	1,55	5,72
30	3	1,35	1,53	5,71
10	6	1,35	1,52	5,70
17	3	1,34	1,51	5,69
17	7	1,34	1,50	5,68
17	3	1,34	1,49	5,67
22	2	1,34	1,49	5,66

Por outro lado, para diâmetro das plantas, entre os vinte melhores indivíduos selecionados para compor o pomar de sementes com sobreposição de geração, um deles, o sexto indivíduo na classificação para a característica (identificado por 'zero' na coluna planta), refere-se ao genitor 17. De forma similar, isso reforça a assertiva de que, sob seleção, indivíduos da geração atual tendem a ser melhores que aqueles da geração anterior.

CONCLUSÕES

Os valores obtidos de herdabilidades individual e de média de progênies para altura e diâmetro, assim como os coeficientes de variação genética, sugerem grandes probabilidades de ganho genético na seqüência das avaliações, em idades mais avançadas no programa de melhoramento da erva-mate no MS.

A estratégia de formação de pomares com sobreposição de gerações é importante para maximizar o ganho genético com o melhoramento da erva-mate.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos membros da comunidade indígena de Caarapó, MS, pelas valiosas informações sobre a erva-mate nativa da região e às instituições CNPq e CAPES, pelas bolsas concedidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARRUDA, G. H. **Ciclo da erva-mate em Mato Grosso do Sul, 1883-1947**. Campo Grande: Euvaldo Lodi, 1986. p. 195-310 (Série Histórica – Coletânea).
- BELINGHERI, L.D.; PRAT KRICUN. Programa de mejoramiento genético de la yerba mate en el INTA. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, 1997, Curitiba. **Anais...** Colombo: EMBRAPA-CNPq, 1997. 467p. (EMBRAPA-CNPq, Documentos, 33).
- BIANCHINI, O. C. D. **A Companhia Matte Larangeira e a ocupação da terra do Sul de Mato Grosso**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2000.
- CORNELLIUS, J. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. **Canadian Journal of Forestry Research**, v. 24, p. 371-379, 1994.
- COSTA, R.B.; RESENDE, M. D. V.; ARAÚJO, A. J.; GONÇALVES, P. de S.; SILVA, M. de A. Maximization of genetic gain in rubber tree (*Hevea*) breeding with effective size restriction. **Genetics and Molecular Biology**, v. 23, n. 2, p. 457-462, 2000.
- COSTA, R.B.; RESENDE, M.D.V.; CONTINI, A.Z.; REGO, F. L. H.; ROA, R. A. R.; MARTINS, W. J. Avaliação genética de indivíduos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) na Região de Caarapó, MS, pelo procedimento REML/BLUP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 371-376, 2005.
- CROCE, D. da; HIGA, A.R.; FLOSS, P.A. **Escolha de fontes de sementes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) para Santa Catarina**. Florianópolis: EPAGRI, 1994. 23p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 69).
- CROCE, D. M.; De NADAL, R. Viabilidade técnico-econômica de sistemas de produção de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) consorciada com culturas anuais. In: WINGE, H.; FERREIRA, A.G.; MARIATH, J.E. de A.; TARASCONI, L.C., (Orgs.). **Erva-Mate: biologia e cultura no Cone Sul**. Porto Alegre: Ed. Universidade, 1995.
- GARCIA, C.H. **Tabela para classificação do coeficiente de variação**. Piracicaba: Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 1989. 10p. (Circular Técnica, 171).
- KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden**. 1980. 125f. Tese (Doutorado em Agronomia – Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1980.
- RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002a. 975p.
- RESENDE, M. D. V. **Software Selegen-Reml/Blup**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002b. 65p. (Embrapa Florestas. Documentos).
- RESENDE, M. D.V. de; STURION, J.A.; CARVALHO, A.P. de; SIMEÃO, R.M.; FERNANDES, J.S.C. **Programa de Melhoramento da Erva-Mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000.
- RESENDE, M.D.V.; ARAUJO, A.J. de; SAMPAIO, P. T. B.; WIECHETECK, M.S.S. Acurácia seletiva, intervalos de confiança e variância de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. hondurensis. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 24, n. 1/2, p. 35-45, 1995.
- RESENDE, M.D.V.; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 1, p. 44-52, 2000.
- SAMPAIO, P.T.B. **Variação genética entre procedências e progênies de *Pinus oocarpa* Schiede, *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. & Golf. e *Pinus maximinoi*, H.E. Moore e métodos de seleção para melhoramento genético**. 1996. 169f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.
- SIMEÃO, R. M.; STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. Avaliação Genética em erva-mate pelo procedimento BLUP individual multivariado sob interação genótipo x ambiente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 11, p. 1589-1596, nov. 2002.

STURION, J.A. **Varição genética de características de crescimento e de qualidade da madeira em progênies de *Eucalyptus viminalis***. 1993. 112f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

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.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1997, Curitiba. **Anais...**Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 467p. (EMBRAPA-CNPQ, Documentos, 33).

VAN VLECK, L.D.; POLLAK, E.J.; OLTENACU, E.A.B. **Genetics for the animal sciences**. New York :W.H. Freeman, 1987. 391p.