

Número necessário de safras para avaliar com eficiência o peso de biomassa foliar em erva-mate



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Florestas
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 213

Número necessário de safras para avaliar com eficiência o peso de biomassa foliar em erva-mate

José Alfredo Sturion

Marcos Deon Vilela de Resende

Embrapa Florestas

Colombo, PR

2011

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Florestas

Estrada da Ribeira, Km 111, Guaraituba,
83411-000, Colombo, PR - Brasil
Caixa Postal: 319
Fone/Fax: (41) 3675-5600
www.cnpf.embrapa.br
sac@cnpf.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Patrícia Póvoa de Mattos
Secretária-Executiva: Elisabete Marques Oaida
Membros: Antonio Aparecido Carpanezi, Claudia Maria Branco de
Freitas Maia, Cristiane Vieira Helm, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski,
José Alfredo Sturion, Marilice Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaiad

Supervisão editorial: Patrícia Póvoa de Mattos
Revisão de texto: Mauro Marcelo Berté
Normalização bibliográfica: Francisca Rasche
Editoração eletrônica: Mauro Marcelo Berté
Foto da capa: José Alfredo Sturion

1ª edição

Versão eletrônica (2011)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Florestas

Sturion, José Alfredo.

Número necessário de safras para avaliar com eficiência o peso de biomassa foliar em erva-mate [recurso eletrônico] / José Alfredo Sturion, Marcos Deon Vilela de Resende. - Dados eletrônicos.

- Colombo : Embrapa Florestas, 2011.

(Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1980-3958; 213)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

<<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc213.pdf>>

Título da página da web (acesso em 15 jul. 2011).

1. *Ilex paraguariensis*. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Mate.
I. Resende, Marcos Deon Vilela de. II. Título. III. Série.

CDD 633.77 (21. ed.)

© Embrapa 2011

Autores

José Alfredo Sturion

Engenheiro florestal, Doutor
Pesquisador da Embrapa Florestas
sturion@cnpf.embrapa.br.

Marcos Deon Vilela de Resende

Engenheiro-agrônomo, Doutor
Pesquisador da Embrapa Florestas
deon@cnpf.embrapa.br.

Apresentação

Em plantas perenes, como a erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.), pode-se aprimorar a eficiência da seleção efetuando-se mais de uma observação fenotípica de cada genótipo, já que o caráter de interesse – peso de massa foliar – expressa-se várias vezes ao longo da vida da planta. Entende-se que a média de mais de uma pesagem tende a representar melhor o valor genotípico da planta do que uma pesagem apenas, e que os melhores indivíduos numa safra não são necessariamente os melhores em outra.

Dessa forma, a seleção visual poderá ser ineficiente e, por conseguinte, desaconselhável. Recomenda-se então, que as plantas a serem submetidas à seleção tenham suas produções de massas foliares avaliadas mediante observações repetidas para que se obtenha resposta mais próxima de seu valor genotípico. O número de medidas necessárias para avaliar um genótipo com determinado grau de precisão pode ser expresso pelo coeficiente de repetibilidade. Esse coeficiente é utilizado no estudo de caracteres de plantas perenes, que se expressam mais de uma vez no decorrer da vida do organismo. O mesmo baseia-se na tomada de mais de uma observação fenotípica de cada indivíduo, a fim de medir a capacidade que os organismos têm de repetir

a expressão do caráter. Assim, o presente documento, têm por objetivo avaliar, por meio do coeficiente de repetibilidade, o número de safras necessárias para selecionar com eficiência indivíduos para produção de biomassa foliar em erva-mate.

Ivar Wendling

Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento

Sumário

Introdução.....	9
Material e métodos.....	12
Discussão dos resultados e conclusões	14
Referências	20

Número necessário de safras para avaliar com eficiência o peso de biomassa foliar em erva-mate

José Alfredo Sturion

Marcos Deon Vilela de Resende

Introdução

No estabelecimento de um programa de melhoramento, de maneira geral, a preocupação inicial é referente ao germoplasma a ser utilizado e, posteriormente, trabalha-se na escolha de métodos alternativos de seleção que promovam de forma eficiente e mais rápida algum grau de melhoramento genético. No caso específico da erva-mate, no Sul do Brasil, o material genético utilizado constitui-se basicamente de sementes colhidas de árvores matrizes selecionadas visualmente (fenotipicamente) nas matas nativas, e em poucos casos de matrizes existentes em áreas produtoras de sementes.

Até o momento, poucos são os germoplasmas catalogados, caracterizados e amostrados adequadamente nas diversas regiões de origem. Constata-se, então, que o material genético utilizado, na maioria das vezes, constitui-se na mistura de árvores e progênies de algumas procedências. Em plantas perenes, como a erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.), pode-se aprimorar a eficiência da seleção efetuando-se mais de uma observação fenotípica de cada genótipo, já que o caráter de interesse – peso de massa foliar – expressa-se várias vezes ao

longo da vida da planta. Entende-se que a média de mais de uma pesagem tende a representar melhor o valor genotípico da planta do que uma pesagem apenas, e que os melhores indivíduos numa safra não são necessariamente os melhores em outra (STURION; RESENDE, 2001). Uns dos caracteres a ser considerado na seleção (peso de massa foliar) certamente apresenta variação contínua e trata-se de herança quantitativa, com base genética provavelmente complexa, por resultar da combinação de uma série de outros caracteres tais como número e tamanho de folhas (comprimento e largura), eficiência fotossintética, dentre outros (RESENDE et al., 1995). Dessa forma, a seleção visual poderá ser ineficiente e, por conseguinte, desaconselhável.

Recomenda-se, então, que as plantas a serem submetidas à seleção tenham suas produções de massas foliares avaliadas mediante observações repetidas para que se obtenha resposta mais próxima de seu valor genotípico. Na ausência de um programa de melhoramento visando atender uma determinada região, a alternativa mais plausível seria a que utilizasse materiais existentes nas florestas plantadas e que, a partir desses, gerasse materiais comprovadamente superiores para novos plantios. Assim, inicialmente, devem ser selecionados indivíduos de folhas com características compatíveis com a aceitação industrial, características essas referentes principalmente à coloração de folhas e talos, as quais provavelmente apresentam herança mais qualitativa. Posteriormente, dentre esses indivíduos, deve-se praticar a seleção para produtividade de biomassa foliar.

Também é recomendado que as plantas a serem submetidas à seleção tenham as suas produções de biomassa avaliadas. Por outro lado, verifica-se que isso apenas não deverá permitir uma boa base para seleção, pois as produções por planta provavelmente não se repetirão mais, ou seja, as melhores em uma única avaliação não necessariamente as serão em outras. Há, portanto, necessidade de tomar várias medidas em uma

mesma planta para que se obtenha resposta mais concreta em relação ao seu desempenho.

O número de medidas necessário para avaliar um genótipo com determinado grau de precisão pode ser expresso pelo coeficiente de repetibilidade. Segundo Vencovsky (1972), esse coeficiente é utilizado no estudo de caracteres de plantas perenes, que se expressam mais de uma vez no decorrer da vida do organismo. O mesmo baseia-se na tomada de mais de uma observação fenotípica de cada indivíduo, a fim de medir a capacidade que os organismos têm de repetir a expressão do caráter. Este coeficiente varia de 0 a 1, sendo $r = 1$ a repetibilidade máxima, que ocorre quando o caráter se manifesta com muita constância. Com $r = 1$ os dados de uma só safra seriam suficientes para selecionar os indivíduos, pois as outras safras levariam a uma seleção semelhante àquela feita com uma só pesagem.

Do ponto de vista prático, este parâmetro apresenta importância na predição de valores genéticos e genotípicos e na inferência sobre o aumento da eficiência seletiva pelo uso de um determinado número ($>$ que 1) de medições por indivíduo, fator que permite determinar o número de safras a ser adotado em um programa prático de melhoramento genético (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2008). Estudos utilizando repetibilidade têm sido realizados em plantas perenes como a seringueira (GONSALVES et al., 1990), cupuazeiro (COSTA et al., 1997), mangueira (COSTA, 2003), erva-mate (STURION; RESENDE, 2000, 2001), aceroleira (LOPES et al., 2001), coqueiro (FARIAS NETO et al., 2003), pupunheira (PADILHA et al., 2003), café (MISTRO et al., 2008) e laranjeiras-doce (NEGREIROS et al., 2008). Assim, o presente trabalho, têm por objetivo avaliar, por meio do coeficiente de repetibilidade, o número de safras necessárias para selecionar com eficiência indivíduos para produção de biomassa foliar em erva-mate.

Material e métodos

O material genético consiste de um teste combinado de procedência e progênies de meios-irmãos, instalado em Ivaí, PR, em março de 1997, composto das procedências de Barão de Cotegipe, RS (21 progênies), Cascavel, PR (25 progênies), Ivaí, PR (25 progênies) e Quedas do Iguaçu, PR (25 progênies). O delineamento foi de blocos ao acaso, com dez repetições de parcelas lineares com seis plantas, no espaçamento de 3 m x 2 m.

Ivaí está sob a influência do tipo climático Cfb – clima subtropical úmido mesotérmico, com verões quentes e geadas pouco frequentes, com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, sem estação seca definida. A média das temperaturas dos meses mais quentes é superior a 22 °C e a dos meses mais frios é inferior a 18 °C, temperatura média anual entre 17 °C e 18 °C, precipitação média anual em torno dos 1.500 mm e excedente hídrico variando de 500 mm a 800 mm.

O teste está instalado em solo da classe Latossolo Bruno Distrófico A moderado, textura muito argilosa, fase relevo suave ondulado (SISTEMA..., 1999) com declives em torno de 4% e em altitudes variando de 700 m a 750 m, originários de rochas sedimentares (argilito). Este solo caracteriza-se por ser profundo, acentuadamente drenado, poroso, muito argiloso (72% de argila) e de coloração bruno avermelhada-escura. Quimicamente, é ácido com saturação de bases baixa e saturação com alumínio elevada.

As estimativas do coeficiente de repetibilidade foram obtidas por meio do software Selegen-REML/BLUP, desenvolvido por Resende (2007).

A relação $\hat{\sigma}_p^2 / (\hat{\sigma}_p^2 + \hat{\sigma}_e^2/k)$ constitui o coeficiente de repetibilidade (ρ) ou correlação genotípica, que equivale ao

limite superior do coeficiente de herdabilidade, proporcionando um indicativo bastante aproximado da eficiência da seleção (FALCONER, 1987).

Considerando que o valor genotípico é o mesmo para todas as repetições (medições) em uma mesma árvore, o componente de variância $\hat{\sigma}_p^2$ estima toda a variância genética e uma porção da variância ambiental permanente peculiar a cada árvore. O componente variância $\hat{\sigma}_p^2$ representa as variações ambientais, observadas a partir das mensurações dentro de cada árvore, as quais são componentes temporários representando efeitos ambientais em curto prazo, com os intervalos entre mensurações. K é o número de repetições (medições efetuadas em cada planta).

A eficiência seletiva, em termos de ganho genético com seleção, do uso de m medições em cada planta em relação ao uso de apenas uma, foi estimada pela fórmula (RESENDE, 2002):

$$Eficiência = \left[\frac{m}{[1 + (m - 1)\rho]} \right]^{1/2}$$

onde m = número de medições e ρ = coeficiente de repetibilidade. Essa expressão é válida tanto para a estratégia assexuada, quanto para a estratégia sexuada de propagação do material selecionado.

O valor de m para se atingir uma fração f da determinação máxima possível é dado por (RESENDE, 2002):

$$m = \frac{f(1 - \rho)}{(1 - f)\rho}$$

Os dados de peso foliar analisados referem-se à primeira poda de formação, segunda e terceira podas de produção, efetuadas com intervalo de dois anos a partir de julho de 1999.

Discussão dos resultados e conclusões

Os valores obtidos para o coeficiente de repetibilidade (ρ) e de ganho genético (eficiência seletiva), com o número de safras variando de um a seis encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Coeficiente de repetibilidade (ρ) e eficiência seletiva para produção de massa foliar de quatro procedências de erva-mate em Ivaí, PR.

Procedências	Podas*	ρ	Ganho Genético - Repetições					
			1	2	3	4	5	6
Ivaí, PR	P1 X P2	0,540	1,00	1,14	1,20	1,23	1,26	1,27
	P1 X P3	0,255	1,00	1,26	1,40	1,50	1,57	1,62
	P2 X P3	0,656	1,00	1,10	1,14	1,16	1,17	1,18
	P1 X P2 X P3	0,468	1,00	1,17	1,24	1,29	1,32	1,34
Barão de Cotegipe, RS	P1 X P2	0,688	1,00	1,09	1,12	1,14	1,15	1,16
	P1 X P3	0,339	1,00	1,22	1,33	1,41	1,46	1,49
	P2 X P3	0,811	1,00	1,05	1,07	1,08	1,08	1,09
	P1 X P2 X P3	0,590	1,00	1,12	1,17	1,20	1,22	1,23
Quedas do Iguaçu, PR	P1 X P2	0,566	1,00	1,13	1,18	1,22	1,24	1,25
	P1 X P3	0,243	1,00	1,26	1,42	1,52	1,59	1,64
	P2 X P3	0,703	1,00	1,08	1,12	1,13	1,14	1,15
	P1 X P2 X P3	0,500	1,00	1,15	1,22	1,26	1,29	1,31
Cascavel, PR	P1 X P2	0,568	1,00	1,13	1,18	1,22	1,24	1,25
	P1 X P3	0,335	1,00	1,22	1,34	1,41	1,46	1,50
	P2 X P3	0,760	1,00	1,07	1,09	1,10	1,11	1,12
	P1 X P2 X P3	0,541	1,00	1,14	1,20	1,23	1,26	1,27
As quatro procedências em conjunto	P1 X P2	0,586	1,00	1,12	1,17	1,20	1,22	1,24
	P1 X P3	0,334	1,00	1,22	1,34	1,41	1,46	1,50
	P2 X P3	0,728	1,00	1,08	1,10	1,12	1,13	1,14
	P1 X P2 X P3	0,520	1,00	1,15	1,21	1,25	1,27	1,29

*P1 = primeira poda (poda de formação); P2 = segunda poda; P3 = terceira poda

Entre a primeira e a terceira poda não houve uma repetição da capacidade de produção de massa foliar. Os indivíduos avaliados na primeira safra não repetiram o seu comportamento (produção)

na safra colhida seis anos após. Ou seja, os indivíduos mais produtivos por ocasião da primeira poda não o são na terceira. Esse resultado é coerente uma vez que a primeira poda é chamada poda de formação e, nessa fase, muitos indivíduos apresentam crescimento predominantemente apical com poucas folhas. Porém, após a poda de formação, efetuada entre e 15 cm e 20 cm acima do colo da planta, muitos perfilham e emitem boa brotação, passando a ter boa produção de massa foliar. Já a repetibilidade entre a segunda e a terceira safra foi de alta magnitude, com $\rho > 0,656$. É importante mencionar que, de modo geral, na terceira safra, o erval começa a dar boas produções com boas possibilidades de lucro ao produtor.

O nível adequado de precisão ou determinação a ser adotado depende da finalidade de seleção. Seleção de clones com vistas a plantios clonais e seleção de indivíduos para estabelecimento de pomares de sementes ou pomares biparentais demandam precisão próxima de 100%. Isto porque, nesses casos, um número muito pequeno de indivíduos, ou apenas o melhor, é selecionado, de forma que a seleção com determinação diferente da máxima pode conduzir à seleção de material genético errado. Por outro lado, quando um grupo maior de indivíduos é selecionado, por exemplo, para compor uma população de melhoramento, uma determinação acima de 80% já seria adequada. Isto porque, com determinação dessa magnitude, haverá uma certa troca na ordem dos melhores de uma safra para outra mas, em essência, o grupo dos melhores não deverá ser alterado significativamente. Do ponto de vista prático, torna-se necessário estimar a repetibilidade para cada população e ambientes trabalhados, pois a mesma varia com as propriedades genéticas das populações e com os ambientes em que as populações são avaliadas (STURION; RESENDE, 2000).

Os valores de m para se atingir uma fração f da determinação máxima possível encontram-se na Tabela 2. Para o caráter

em consideração, peso foliar, para atingir $f = 0,90$ ou 90% da determinação máxima possível ($m = \infty$, seriam necessárias $m = 28$ medições para um valor de $\rho = 0,243$ e duas medições para $\rho = 0,811$. Para atingir $f = 0,80$ ou 80% da determinação máxima possível seriam necessárias $m = 12$ medições para um valor de $\rho = 0,243$ e apenas uma medição para $\rho = 0,811$.

Tabela 2. Número de pesagens necessárias (m) para atingir 80%, 85% e 90% da determinação máxima possível (f).

Procedências	ρ	f	m	f	m	f	m
Ivaí, PR	0,540	0,9	7,67	0,85	4,83	0,8	3,41
	0,255	0,9	26,29	0,85	16,56	0,8	11,69
	0,656	0,9	4,72	0,85	2,97	0,8	2,10
	0,468	0,9	10,23	0,85	6,44	0,8	4,55
Barão de Cotegipe, RS	0,688	0,9	4,08	0,85	2,57	0,8	1,81
	0,339	0,9	17,55	0,85	11,05	0,8	7,80
	0,811	0,9	2,10	0,85	1,32	0,8	0,93
	0,590	0,9	6,25	0,85	3,94	0,8	2,78
Quedas do Iguaçu, PR	0,566	0,9	6,90	0,85	4,35	0,8	3,07
	0,243	0,9	28,04	0,85	17,65	0,8	12,46
	0,703	0,9	3,80	0,85	2,39	0,8	1,69
Cascavel, PR	0,500	0,9	9,00	0,85	5,67	0,8	4,00
	0,568	0,9	6,85	0,85	4,31	0,8	3,04
	0,335	0,9	17,87	0,85	11,25	0,8	7,94
	0,76	0,9	2,84	0,85	1,79	0,8	1,26
As quatro procedências em conjunto	0,541	0,9	7,64	0,85	4,81	0,8	3,39
	0,586	0,9	6,36	0,85	4,00	0,8	2,83
	0,334	0,9	17,95	0,85	11,30	0,8	7,98
	0,78	0,9	2,54	0,85	1,60	0,8	1,13
	0,520	0,9	8,31	0,85	5,23	0,8	3,69

Entretanto, para uma definição do número de medições mais adequado, deve-se computar o ganho genético por unidade de tempo, uma vez que uma safra a mais conduz a um aumento de

precisão, porém retarda a seleção, fato que pode reduzir ganho genético por ano.

Considerando o tempo envolvido no processo seletivo, pode-se afirmar que três avaliações, ou um intervalo de seis anos, com podas bienais, seriam aceitáveis na prática. Esse número de avaliações, com 80% da determinação máxima possível, é obtido entre a segunda e terceira pesagem para as quatro procedências, tanto isoladamente como em conjunto. Já com 90% da determinação máxima possível, seriam necessárias de três a cinco pesagens, considerando a repetibilidade obtida entre a segunda e a terceira safra. Assim, para a seleção de clones com vistas a plantios clonais e seleção de indivíduos para estabelecimento de pomares de sementes ou pomares biparentais que demandam precisão próxima de 100%, seriam necessárias de três a cinco pesagens e, para compor uma população de melhoramento, com determinação de 80%, a pesagem de folhas em três safras já seria suficiente.

É importante ressaltar que ao praticar a seleção, o melhorista de plantas perenes pode ter como alvo três tipos de população melhorada de referência formada pelos: 1 – descendentes dos indivíduos selecionados; 2 – próprios indivíduos selecionados, propagados vegetativamente e 3 – próprios indivíduos selecionados, mantidos no mesmo microambiente em que estão plantados (desbaste das piores plantas).

À população melhorada referenciada em 1 corresponde a população da geração seguinte à seleção e as populações melhoradas em 2 e 3 correspondem à população na mesma geração plantada em outro ambiente e mantida no mesmo ambiente de seleção, respectivamente. Assim, é relevante a predição de valores genéticos aditivos, genotípicos e fenotípicos permanentes, para atender às populações-alvo apresentadas em 1, 2 e 3, respectivamente. Isto porque somente os efeitos

aditivos dos alelos são transmitidos à descendência por reprodução sexuada (população de referência 1) e porque na manutenção dos indivíduos selecionados no próprio ambiente de seleção, visando quantificar as produções futuras destes mesmos indivíduos (população de referência 3), capitalizam-se os efeitos aditivos, de dominância e ambiente permanente. Por outro lado, na população referenciada em 2, capitalizam-se os efeitos aditivo e de dominância. Os valores genéticos, valores genotípicos e valores fenotípicos permanentes são variáveis aleatórias desconhecidas e devem ser preditas a partir do conhecimento do valor fenotípico temporário.

A utilização do coeficiente de repetibilidade para o caráter peso de folhas, associado à propagação vegetativa, consiste em uma estratégia de melhoramento para erva-mate, a qual, quando aplicada à grande parte do germoplasma disponível, permite ganhos genéticos rápidos comparados aos obtidos por estratégias baseadas em testes de progênie.

Na estratégia assexuada, o uso de medidas repetidas é similar ao teste clonal normalmente utilizado em outras espécies florestais, sendo que o progresso genético pelo uso de medidas repetidas deva ser um pouco inferior em função do confundimento do componente de variância temporário com o componente genético (RESENDE; SILVA, 1991). Em suma, a estratégia pode ser prontamente aplicada pelos produtores em árvores de seus plantios (sem experimentação), com retornos rápidos e, provavelmente, consideráveis. Inclusive, a aplicabilidade é ainda mais satisfatória para pequenos produtores, onde áreas plantadas são pequenas e localizadas (ausência de interação genótipo x ambiente).

Na seleção de matrizes em matas nativas, o uso de medidas repetidas também concorreria para uma maior eficiência na seleção, sendo, entretanto, necessária uma boa estratificação

da área em parcelas mais homogêneas. Ressalta-se, ainda, o baixo custo operacional de programas como este em relação aos tradicionalmente utilizados para espécies florestais. É importante salientar que pela estratégia clonal não há preocupação com o tamanho efetivo da população em que os clones estão sendo selecionados e, também, não têm tanta importância o grau de parentesco entre os indivíduos envolvidos na seleção. A importância do grau de parentesco se restringe apenas ao fato de que os clones aparentados poderiam ser mais vulneráveis ao ataque de pragas e patógenos e não seria referente à depressão endogâmica. Por outro lado, na estratégia sexuada, cuidados adicionais referentes ao germoplasma utilizado são requeridos, tais como o tamanho efetivo da população de melhoramento e grau de parentesco entre os indivíduos que a compõe.

Estando estes requisitos preenchidos, a estratégia baseada na repetibilidade é vantajosa e visa, principalmente, a seleção de genótipos elites existentes no germoplasma disponível. A utilização da repetibilidade em conjunto com a propagação vegetativa para plantio de povoamentos deverá permitir ganhos genéticos rápidos de forma a suprir a atual necessidade de material mais produtivo. Entretanto, é importante enfatizar a necessidade de amostragem adequada de material genético nas diferentes regiões de origem, visando ao estabelecimento de programas de melhoramento em longo prazo, bem como a conservação dos recursos genéticos da espécie. A avaliação genética de indivíduos destas espécies deve, então, basear-se em modelos que consideram o efeito adicional denominado efeito de ambiente permanente, bem como o parâmetro associado à correlação fenotípica entre medidas repetidas em um mesmo indivíduo, o qual é chamado repetibilidade.

Referências

COSTA, J. G. da. Estimativas de repetibilidade de alguns caracteres de produção em mangueira. **Ciência Rural**, v. 33, n. 2, p. 263-266, mar./abr., 2003.

COSTA, J. G.; LEDO, A. S.; OLIVEIRA, M. N. Estimativas de repetibilidade de características de frutos de cupuaçuzeiro no Estado do Acre. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19, n. 3, p. 313-318, 1997.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279 p.

FARIAS NETO, J. T. de; LINS, M. P.; MULLER, A. A. Estimativa dos coeficientes de repetibilidade para produção de fruto e albúmen sólido em coqueiro híbrido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 10, p. 1237-1241, out. 2003.

GONSALVES, P. S.; CARDOSO, M.; SAES, L. A. Estimativas de repetibilidade na seleção de árvores de seringueira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 7, p. 1031-1038, 1990.

LOPES, R.; BRUCKNER, C. H.; CRUZ, C. D.; LOPES, M. T. G.; FREITAS, G. B. Repetibilidade de características do fruto de aceroleira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 3, p. 507-513, mar. 2001.

MISTRO, J. C.; FASUOLI, L. C.; GUERREIRO FILHO, O.; SILVAROLLA, M. B.; TOMA-BRAGHINI, M. Determination of the number of years in *Arabic coffe* progenies selection through repeability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, n. 8, p. 79-84, 2008.

NEGREIROS, J. R. S.; SARAIVA, L. L.; OLIVEIRA, T. K. de; ÁLVARES, V. S.; RONCATTO, G. Estimativas de repetibilidade de caracteres de produção em laranjeiras-doces no Acre. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 12, p. 1763-1768, dez. 2008.

OLIVEIRA, N. P. de; OLIVEIRA, M. S. P. de. Repetibilidade para caracteres de produção de frutos de tucumãzeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20.; ANNUAL MEETING OF THE INTERAMERICAN SOCIETY FOR TROPICAL HORTICULTURE, 54., 2008, Vitória. **Frutas para todos: estratégias, tecnologias e visão sustentável: anais....** Vitória: INCAPER: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. 1 CD-ROM.

PADILHA, N. C. C.; OLIVEIRA, M. S. P. de; MOTA, M. G., C. Estimativa da repetibilidade em caracteres morfológicos e de produção de palmito em pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 435-442, 2003.

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

RESENDE, M. D. V. de. **Software SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

RESENDE, M. D. V. de; SILVA, H. D. Estratégia de melhoramento genético para erva-mate baseada no coeficiente de repetibilidade. In: CONGRESSO FLORESTAL E DO MEIO-AMBIENTE DO PARANÁ, 3., 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Associação Paranaense de Engenheiros Florestais, 1991. p. 241-251.

RESENDE, M. D. V. de; STURION, J. A.; MENDES, S. **Genética e melhoramento da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1995. 33 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 25).

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de. Repetibilidade da produção de massa foliar em erva-mate em dois tipos de solos na região de Ponta Grossa, PR. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 43, p.155–157, jul./dez. 2001. Nota técnica.

STURION, J. A.; RESENDE, M. D. V. de. Seleção para massa foliar em erva-mate com base no coeficiente de repetibilidade. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 2000. 3 p. (EMBRAPA-CNPQ. Comunicado técnico, 40)

VENCOVSKY, R. **Princípios de genética quantitativa**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1972. 97 p. (Publicação didática, 15).

Embrapa

Florestas

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PAÍS RICO É PAÍS SEM POBREZA

CGPE 9308