

Foto: José Alfredo Sturion



Avaliação do delineamento experimental utilizado em teste de progênie de erva-mate

José Alfredo Sturion¹

Marcos Deon Vilela de Resende²

Na análise de experimentos em genética e melhoramento de plantas conduzidos em um único ambiente, tradicionalmente, tem-se enfatizado mais a análise genética do que a ambiental. Embora a seleção deva se basear em um ordenamento dos valores genéticos dos indivíduos candidatos à seleção, a utilização prática e comprovação do valor real dos materiais genéticos melhorados fundamenta-se em seus valores fenotípicos, os quais são influenciados pelo ambiente. Isto justifica uma análise mais detalhada dos efeitos ambientais em um experimento (RESENDE; STURION, 2001). Tal análise ambiental deve enfatizar pelo menos dois fatores: (i) a eficiência do delineamento em termos do controle local e (ii) a variabilidade espacial dentro dos estratos ambientais homogêneos (blocos). O fator (i) pode ser estudado com base na significância do teste F de Snedecor associado à fonte de variação blocos na análise de variância. A variabilidade espacial dentro dos blocos (fator ii) pode ser estudada através do coeficiente de correlação intraclasses entre indivíduos de uma mesma parcela, devido ao ambiente comum da parcela (c^2), o qual pode, alternativamente, ser

denominado coeficiente de determinação dos efeitos ambientais entre parcelas. Apoiado nessas considerações, o presente trabalho tem por objetivos verificar a eficiência do delineamento e a variabilidade espacial em um teste de progênie de erva-mate (*Ilex paraguariensis* var. *paraguariensis* A. St. Hil.), integrante da rede experimental coordenada pela Embrapa Florestas.

O material genético constitui-se de 140 progênies de meios-irmãos de erva-mate. O delineamento utilizado para a instalação do experimento, em Ivaí, PR, foi o de blocos casualizados, com dez repetições. As parcelas constituíram-se de uma linha de seis plantas. O espaçamento entre plantas foi de 3 m x 2 m. Aos seis anos de idade, o experimento foi podado pela terceira vez, sendo pesada a massa foliar de cada planta.

Na área do teste predominam solos da classe Latossolo Vermelho distrófico típico (EMBRAPA, 1999), caracterizados por serem profundos, acentuadamente drenados, porosos, muito argilosos (72% de argila) e pela coloração bruno

¹Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, sturion@cnpf.embrapa.br

²Engenheiro-agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, deon@cnpf.embrapa.br

avermelhada-escuro. Quimicamente, são ácidos com saturação de bases baixa e saturação com alumínio elevada. Ocorrem em relevo suave ondulado com declives em torno de 4%, em altitudes variando de 700 m a 750 m e originados de rochas sedimentares (argilito). A área do teste instalado em Ivaí, PR, está sob a influência do tipo climático Cfa, segundo Köppen, 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 de 500 mm a 800 mm. Os dados foram obtidos por análise de variância, utilizando o modelo cinco do Selegen-Reml/Blup (RESENDE, 2002).

Os resultados da análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos encontram-se na Tabela 1.

As estimativas dos parâmetros de interesse são:

$\hat{\sigma}_s^2 = Q_4 = 8,0372$ - estimativa da variância dentro de parcelas.

$\hat{\sigma}_e^2 = (Q_3 - Q_4) / n = 0,92027$ - estimativa da variância entre parcelas.

$\hat{\sigma}_g^2 = (Q_2 - Q_3) / nb = 2,54842$ - estimativa da variância genotípica entre progênies.

$\hat{c}^2 = \frac{\hat{\sigma}_e^2}{\hat{\sigma}_s^2 + \hat{\sigma}_e^2 + \hat{\sigma}_g^2} = 0,07997$ - estimativa do coeficiente

de determinação dos efeitos de parcela.

A significância dos efeitos de blocos deve ser analisada em conjunto com o parâmetro c^2 .

Assim, têm-se quatro situações: (a) F para blocos significativo e c^2 alto; (b) F para blocos significativo e c^2 baixo; (c) F para blocos não significativo e c^2 baixo; (d) F para blocos não significativo e c^2 alto. O valor de c^2 alto significa alta variabilidade entre parcelas no bloco, e um c^2 baixo significa baixa variação entre parcelas no bloco. Considerando o conceito de capacidade de teste como a capacidade de o experimento propiciar aos materiais genéticos diferentes condições ambientais, pode-se fazer as inferências apresentadas a seguir.

Na situação (a), o delineamento não foi totalmente eficiente, mas a capacidade de teste foi adequada. Isto porque, embora os blocos tenham apresentado diferenças significativas entre eles, uma grande heterogeneidade ambiental dentro dos blocos permaneceu. Em (b), o delineamento foi eficiente e a capacidade de teste adequada. Em (c), existe uma grande homogeneidade ambiental na área experimental e, neste caso, qualquer delineamento é eficiente, mas não existe uma capacidade de teste adequada, podendo-se incorrer no risco da seleção de materiais genéticos com pequena plasticidade fenotípica. Na situação (d), o delineamento não foi eficiente e a capacidade de teste inadequada. Neste último caso, o melhorista deve procurar métodos mais sofisticados de análise, tais como uma análise espacial visando à realização de uma estratificação em blocos a posteriori. As causas dos resultados associados à situação (d) podem ser atribuídas a: (i) blocos muito grandes foram alocados, de forma que a variação dentro de blocos tendeu a ser próxima da magnitude da variação entre blocos (a correlação intraclasses entre parcelas dentro de bloco, ρ_b , foi muito baixa); (ii) o gradiente ambiental (de fertilidade, por exemplo) ocorre em vários sentidos. As quatro situações mencionadas encontram-se sintetizadas na Tabela 2.

Tabela 1. Resultados da análise de variância obtidos por meio do programa genético-estatístico Selegen-Reml/Blup

F.V.	G.L.	Q.M.	Q.M.	E (QM)	F
Bloco (B)	9	Q ₁	122,8002	-	-
Progênies (P)	140	Q ₂	166,5492	$\sigma_s^2 + n\sigma_e^2 + nb\sigma_g^2$	12,2835 (F)
Resíduo (BxP)	1260	Q ₃	13,5588	$\sigma_s^2 + n\sigma_e^2$	1,6870 (F*)
Dentro de parcela	7050	Q ₄	8,0372	σ_s^2	

Tabela 2. Inferências práticas sobre eficiência de delineamento e capacidade de teste, em função das estatísticas F de Snedecor para blocos e coeficiente de determinação dos efeitos de parcela (c^2).

Situação	F	c^2	Eficiência de delineamento	Capacidade de teste
(a)	Significativo	Alto	Não	Sim
(b)	Significativo	Baixo	Sim	Sim
(c)	Não significativo	Baixo	Sim	Não
(d)	Não significativo	Alto	Não	Não

Em resumo, esta análise deve ser realizada e pode apresentar quatro situações práticas: a) o melhorista deve utilizar métodos mais sofisticados de análise; b) é a situação ideal ao melhorista; c) o melhorista deve prever maior perda de ganho genético realizado devido à interação genótipo x ambiente e d) o melhorista deve lançar mão de métodos mais sofisticados de análise, mas não necessariamente conseguirá uma capacidade de teste adequada.

Nas situações (a) e (d), o melhorista deveria usar outro delineamento, como o látice ou o quadrado latino. Os métodos de estratificação em blocos a posteriori tenderão a propiciar maiores eficiências de delineamento e capacidades de teste (poder dos testes estatísticos em detectar diferenças entre tratamentos) quando os experimentos forem implantados no delineamento inteiramente casualizado e com uma planta por parcela. Os delineamentos em blocos baseiam-se no conhecimento da heterogeneidade da área experimental para alocação de todas as parcelas (tratamentos) em blocos homogêneos. Caso esta heterogeneidade não seja conhecida, pode acarretar em grande heterogeneidade dentro de blocos. Uma alternativa é a alocação aleatória de parcelas de uma planta no campo experimental e posterior controle da heterogeneidade ambiental, empregando-se métodos como o da análise de covariância.

Interpretando-se os valores de F para blocos (9,05686) e \hat{c}^2 (0,07997), pode-se enquadrar o presente experimento na situação (b), que é

a ideal ao melhorista e, portanto, inferir que a experimentação foi adequada para a característica avaliada.

Os valores de \hat{c}^2 observados em bons experimentos em plantas perenes situam-se em torno de 0,10 (quando a herdabilidade estimada é da ordem de 0,30 – no presente caso, a herdabilidade individual no sentido restrito foi de 0,24), ou seja, 10% da variação fenotípica total dentro do bloco. Assim, para um nível de herdabilidade individual ao redor de 0,30, $\hat{c}^2 \leq 0,10$ podem ser classificados como baixos e $\hat{c}^2 > 0,10$ podem ser classificados como altos, permitindo assim alguma inferência sobre a variabilidade espacial dentro dos blocos.

A capacidade do teste foi adequada e o delineamento em blocos ao acaso foi eficiente, com grande homogeneidade ambiental dentro dos blocos, consistindo na situação ideal ao melhorista.

Referências

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa-SPI, 1999. 412 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Software SELEGEN – REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 67 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 77).

RESENDE, M. D. V. de; STURION, J. A. **Análise genética de dados como dependência espacial e temporal no melhoramento de plantas perenes via modelos geo estatísticos e de séries temporais empregando REML/BLUP ao nível de indivíduo**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 80 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 65).

**Comunicado
Técnico, 249**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319
Fone / Fax: (0***) 41 3675-5600
E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

1ª edição

1ª impressão (2010): conforme demanda

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

**Comitê de
Publicações**

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Antonio Aparecido Carpanezi, Cláudia Maria Branco de Freitas Maia, Cristiane Vieira Helm, Dalva Luiz de Queiroz, Elenice Fritzsos, Jorge Ribaski, José Alfredo Sturion, Marilíce Cordeiro Garrastazu, Sérgio Gaíad*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Mauro Marcelo Berté*
Normalização bibliográfica: *Elizabeth Denise Roskamp Câmara*
Editoração eletrônica: *Mauro Marcelo Berté*