

# ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS, ESTABILIDADE E ADAPTABILIDADE PARA PRODUÇÃO DE BORRACHA EM PROGÊNIES DE *HEVEA BRASILIENSIS*

Cecília Khusala Verardi<sup>1</sup>, Marcos Deon Vilela de Resende<sup>2</sup>, Reginaldo Brito da Costa<sup>3</sup>,  
Paulo de Souza Gonçalves<sup>4</sup>

## Resumo

Um dos objetivos dos programas de melhoramento da *Hevea brasiliensis* (Willd. ex ADR. de Juss.) Muell.-Arg. é a busca por genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade à ambientes variados. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar a interação genótipo x ambiente e determinar a estabilidade e adaptabilidade da produção de borracha, pelo método Reml/Blup, em progênies de *H. brasiliensis* em três locais no Estado de São Paulo. Os experimentos foram instalados sob delineamento de blocos ao acaso com 22 progênies e seis repetições. A seleção das cinco melhores progênies proporcionou ganho genético de 8,16%, o que sugere a utilização dessas em programas de melhoramento. A melhor progênie pelo critério MHPRVG apresentou uma superioridade de 19% sobre a média geral nos três ambientes. As progênies selecionadas podem ser indicadas para utilização em programas de melhoramento genético da espécie.

## Introdução

A identificação de genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento de *Hevea brasiliensis* (Willd. ex ADR. de Juss.) Muell.-Arg., no Estado de São Paulo. A condução de experimentos, em vários locais, faz-se necessária por diminuir o efeito de interação genótipo x ambiente e seu possível impacto sobre a seleção e indicação de cultivares, assegurando assim, maior confiabilidade na recomendação dos mesmos (SUDARIC; SIMIC; VRATARIC, 2006). Os estudos dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos tem sido de grande contribuição nesse aspecto, pois fornece informações sobre o comportamento de cada genótipo, em várias condições ambientais (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Neste contexto, o presente estudo objetivou estimar parâmetros genéticos, estudar a interação genótipo x ambiente e a estabilidade e adaptabilidade para o caráter produção de borracha, pelo método Reml/Blup, em progênies de *H. brasiliensis*. Tais estimativas visam subsidiar o programa de melhoramento genético da espécie no Estado de São Paulo.

## Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido utilizando-se três populações de progênies de meios-irmãos, instaladas em três pólos regionais da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) e que representam diferentes regiões de heveicultura no Estado de São Paulo.

Os experimentos foram instalados nos municípios de Jaú, Pindorama e Votuporanga, utilizando-se 22 progênies de meios-irmãos sob delineamento de blocos ao acaso, seis repetições e 10 plantas por parcela no espaçamento de 1,5 x 1,5 m. A produção de borracha seca foi obtida pelo teste

---

1. Eng. Agr. MSc em Agricultura Tropical e Subtropical do Instituto Agronômico (IAC-PG), Programa Seringueira, CEP: 13012-970, Campinas, SP, Brasil, E-mail: ckverardi@yahoo.com.br

2. Pesquisador Científico, Embrapa, Centro de Pesquisa de Florestas, CEP: 83411-000, Colombo, Paraná, Brasil, E-mail: deon@cnpf.embrapa.br

3. Professor Adjunto da Universidade Federal Mato Grosso, Programa Ciências Florestais e Ambientais, Faculdade de Engenharia Florestal, CEP: 78060-900 Cuiabá, Mato Grosso, Brasil, E-mail: reg.brito.costa@gmail.com

4. Pesquisador Científico, EMBRAPA/IAC, Programa Seringueira, CEP: 13012-970, Campinas, SP, Brasil, E-mail: paulog@iac.sp.gov  
Apoio financeiro: FAPESP e CNPq

precoce Hamaker Morris-Mann modificado (HMMm) para plântulas de três anos de idade (TAN; SUBRAMANIAN, 1976). Utilizou-se a produção média de borracha seca de 20 sangrias consecutivas por plântula. A abertura dos painéis foi realizada a 15 cm de altura do solo, utilizando-se o sistema ½S d/3 ET 2,5% (sangria em meio espiral a cada três dias, estimulação de ethephon a 2,5%), num total de 25 sangrias, descartando-se as cinco primeiras, que correspondem à fase de “amansamento do painel”.

Os parâmetros genéticos, a estabilidade e adaptabilidade das populações foram analisados nos três locais, utilizando-se o programa genético-estatístico Selegen-Reml/Blup, modelo 51, associado ao modelo misto com interação genótipo x ambiente, expresso pela equação determinada por Resende (2002; 2007):

$$y = Xr + Za + Wp + Ti + e,$$

em que:  $y$  é o vetor de dados,  $r$  é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral,  $a$  é o vetor dos efeitos genéticos aditivos (assumidos como aleatórios),  $p$  é o vetor dos efeitos de parcela (aleatórios),  $i$  é vetor dos efeitos da interação genótipo x ambiente (aleatórios),  $e$  é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios).  $X$ ,  $Z$ ,  $W$  e  $T$  representam as matrizes de incidência para os respectivos efeitos.

## Resultados e Discussões

Os resultados das análises genéticas e estatísticas do teste com as 22 progênes nos três locais em conjunto, estão apresentados na Tabela 1. Na Tabela 2, estão os resultados referentes à adaptabilidade e estabilidade simultaneamente (MHPRVG - Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos) para as cinco melhores progênes selecionadas nos três locais.

Observou-se uma baixa herdabilidade individual no sentido amplo livre da interação com locais ( $\hat{h}_a^2 = 0,012 \pm 0,006$ ), e a herdabilidade média de progênie em todos os ambientes apresentou valor médio ( $\hat{h}_{mp}^2 = 0,42$ ), indicando que a produção de borracha é influenciada pelo ambiente o que pode dificultar a seleção. Valores superiores da herdabilidade de média de progênie ( $\hat{h}_{mp}^2 = 0,77$ ) para a mesma espécie e caráter foram obtidos por Costa et al. (2008).

A interação genótipo x ambiente mostrou-se de alta magnitude, com correlação da performance genotípica através dos ambientes igual a 0,39. Isto revela a presença de interação genótipo x ambiente do tipo complexa, conforme Vencovsky, Barriga (1992).

Observou-se que com seleção das cinco melhores progênes o ganho de seleção (GS%) nos três locais foi da ordem de 8,16% (Tabela 2), valor de magnitude considerável. O valor encontrado é condizente àqueles relatados por Gonçalves et al. (2004a, 2004b).

A melhor progênie pelo critério MHPRVG apresentou uma superioridade de 19% sobre a média geral dos três ambientes e superioridade de 1,19 vezes sobre a média do ambiente em que está localizado (Tabela 2). O valor MHPRVG\*MG, onde MG é a média geral dos três ambientes, fornece o valor genotípico médio das progênes nos locais avaliados, valor já penalizado pela instabilidade e capitalizado pela adaptabilidade (CARBONELL et al., 2007). Pelo critério MHPRVG as três melhores progênes produziram 15% a 19% a mais em relação à média dos locais em que foram plantadas, mostrando boa adaptabilidade ou capacidade de resposta à melhoria do ambiente.

As cinco melhores progênes selecionadas nos três locais estão aptas a participar de programas de melhoramento visando o aumento da produção de clones de *H. brasiliensis*.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de mestrado concedida à C. K. Verardi.

## Referências

- CARBONELL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; RESENDE, M. D. V. DE; DIAS, L. A. S.; BERALDO, A. L. A.; PERINA, E. F. Estabilidade em cultivares e linhagens de feijoeiro e diferentes ambientes no estado de São Paulo. *Bragantia*, v.66, n.2, 2007.
- COSTA, R. B.; RESENDE, M. D. V. de; GONÇALVES, P. de S.; CHICHORRO, J. F.; ROA, R. A. R. Variabilidade genética e seleção para caracteres de crescimento da seringueira. *Bragantia*, v.67, n.2, p.299-305, 2008.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004, p. 103-165.
- GONÇALVES, P. S.; MARTINS, A. L. M.; COSTA, R. B.; SILVA, M. A.; CARDINAL, Á. B. B.; GOUVÊA, L. R. L. Estimates of annual genetic parameters and expected gains in the second cycle of *Hevea* genotype selection. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, v. 4, p. 416-421, 2004a.
- GONÇALVES, P. S. MARTINS, A. L. M.; BORTOLETTO, N.; SAES, L. A. Selection and genetic gains for juvenile traits in progenies of *Hevea* in São Paulo state, Brazil. *Genetics and Molecular Biology*, v. 27, p. 207-214, 2004b.
- RESENDE, M. D. V. de. *Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético*. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 560 p.
- RESENDE, M. D. V. de. *Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- SUDARIC, A.; SIMIC, D.; VRATARIC, M. Characterization of genotype by environment interactions in soybean breeding programmes of Southeast Europe, *Plant Breeding*, v. 125, p. 191-194, 2006.
- TAN, H.; SUBRAMANIAN, S. A five-parents diallell cross analysis for certain characters of young *Hevea* seedlings. *Proceedings of the International Rubber Conference RRIM*, Kuala Lumpur, p. 13-16, 1976.

**Tabela 1.** Estimativas de parâmetros genéticos para 22 progênes de meios-irmãos de *Hevea brasiliensis* avaliadas aos três anos de idade, em três locais do Estado de São Paulo, Brasil.

Estimativas	Análise Conjunta
$\hat{\sigma}_g^2$	0,0052
$\hat{\sigma}_{parc}^2$	0,0433
$\hat{\sigma}_{int}^2$	0,0083
$\hat{\sigma}_e^2$	0,3911
$\hat{\sigma}_f^2$	0,4478
$\hat{h}_a^2$	0,0116 ± 0,0058
$\hat{h}_{mp}^2$	0,4158
$\hat{r}_{aa}$	0,6448
$\hat{r}_{gloc}$	0,3872
CVg%	8,8231
CVe%	35,0625
Média geral	0,8185

( $\hat{\sigma}_g^2$ ) variância genotípica; ( $\hat{\sigma}_{parc}^2$ ) variância ambiental entre parcela; ( $\hat{\sigma}_{int}^2$ ) variância da interação genótipo x ambiente; ( $\hat{\sigma}_e^2$ ) variância residual entre parcelas; ( $\hat{\sigma}_f^2$ ) variância fenotípica individual; ( $\hat{h}_a^2$ ) coeficiente de herdabilidade individual no sentido amplo; ( $\hat{h}_{mp}^2$ ) herdabilidade da média de progênes; ( $\hat{r}_{aa}$ ) acurácia da seleção de progênes; ( $\hat{r}_{gloc}$ ) correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes; (CVg%) coeficiente de variação genética; (CVe%) coeficiente de variação residual

**Tabela 2.** Estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG), e ganho genético (%) para o caráter produção de borracha seca das cinco melhores progênes selecionadas de *Hevea brasiliensis* avaliadas em três locais do Estado de São Paulo.

Progênes	MHPRVG	MHPRVG*MG	Ganho Genético (%)
13	1,1882	0,973	12,96
14	1,1521	0,943	11,53
11	1,1413	0,934	10,60
15	1,0673	0,874	9,22
7	1,0578	0,866	8,16

MG = média geral.