

REPETIBILIDADE DE PRODUÇÃO DE BORRACHA E GANHOS DE SELEÇÃO EM GENÓTIPOS DE PÉ FRANCO DE SERINGUEIRA EM SOLO DO CERRADO

Wanderlei Antônio Alves de Lima ⁽¹⁾, Josefino de Freitas Fialho ⁽¹⁾, Leo Duc Haa Carson Schwartzhaupt da Conceição ⁽¹⁾, Ailton Vitor Pereira ⁽²⁾, Marcelo Fideles Braga ⁽¹⁾, Nilton Tadeu Vilela Jungueira ⁽¹⁾, Fabio Gelape Faleiro ⁽¹⁾, Adriano Delly Veiga ⁽¹⁾.

(1) Embrapa Cerrados (CPAC), wanderlei.lima@embrapa.br, josefino.fialho@embrapa.br, leo.carson@embrapa.br, marcelo.fideles@embrapa.br, nilton.junqueira@embrapa.br, fabio.faleiro@embrapa.br, adriano.veiga@embrapa.br

(2) Embrapa Produtos e Mercado, ailton.pereira@embrapa.br

Palavras-chave: *Hevea brasiliensis*, clones, cerrado, diversidade genética, biometria de planta.

INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis*) é a árvore brasileira de maior expressão mundial em cultivo. Apesar de sua origem amazônica, foi levada e cultivada em países do sudeste asiático os quais respondem por aproximadamente 90% da produção mundial de borracha natural. A heveicultura nacional, atualmente, está calcada e dependente de poucos clones asiáticos, oriundos de uma base genética estreita. Árvores de seringueira com alta e estável produção em látex e adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas do Brasil são desejáveis tanto para programas de melhoramento genético quanto para o setor produtivo.

Em condições de seringais nativos existe uma grande variabilidade genética entre as plantas que podem ser aproveitadas na seleção de materiais nacionais promissores. Entretanto, estes programas voltados para plantas perenes requerem grandes áreas, longo prazo e altos custos de implantação e manutenção. A Embrapa Cerrados mantém um valioso banco de germoplasma de seringueira que é conservado em campo porque a cultura apresenta dificuldades de propagação “in vitro” e possui sementes recalcitrantes (de curta viabilidade), sendo composto por mais de 800 genótipos de diferentes espécies e procedências.

Ao se escolher uma determinada planta por uma característica de interesse, por exemplo, alta produtividade de borracha, espera-se que esta característica de superioridade avaliada se manifeste e ou se repita durante todo o ciclo da cultura. Uma das maneiras de avaliar esta característica é por meio da determinação do coeficiente de repetibilidade, estimado pela medição de um caráter de interesse repetidas vezes. Este coeficiente mede a capacidade do indivíduo em repetir a expressão do caráter ao longo das medições e permite avaliar se a seleção será confiável.

A seleção baseada em procedimento biométrico inadequado pode ser ineficiente devido ao confundimento entre efeitos genotípicos e efeitos ambientais. Nesta situação, o procedimento ótimo de seleção é o que envolve a estimação de componentes de variância pelo método da máxima verossimilhança restrita (REML) e a predição dos valores genotípicos pela melhor predição linear não viciada (BLUP) (RESENDE, 2002). Esses componentes de variância permitem a estimação de parâmetros genéticos importantes como herdabilidade e a repetibilidade que vão impactar nos ganhos de seleção da característica de interesse.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo estimar o coeficiente de repetibilidade individual de genótipos de pé franco de seringueira e ganhos de seleção para a produção de borracha.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho utilizou-se parte de genótipos pés francos do Banco de Germoplasma de Seringueira (BGHevea) da Embrapa Cerrados. O BGHevea está localizado em Planaltina-DF, coordenadas de 15°38.135' S de latitude, 47°43.830' W de longitude e a 1157 m de altitude. O banco está instalado em área com solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa e baixa fertilidade natural. O clima, conforme a classificação de Köppen, é do tipo AW, ou seja, tropical com estação seca bem definida. Tem precipitação média anual de 1.400 mm concentrada no período de outubro a março. O período seco varia de cinco a seis meses (abril a setembro), as médias de temperatura máxima e mínima são de 26,4° C e 15,9° C, respectivamente.

Foram utilizados 294 genótipos pés francos adultos de seringueira, prospectados em diferentes locais do Bioma Amazônico. As mudas destes genótipos foram plantadas em dezembro de 1999, no espaçamento de 8 x 2,5, sem delineamento. O desempenho dos genótipos foi avaliado com base na produção média borracha seca (PBS) em três anos de sangria (2013/14, 2014/15 e 2015/16), ou seja,



genótipos com 14, 15 e 16 anos de idade. A sangria foi realizada em meia espiral (1/2S), a cada 3 a 4 dias em média (d/3-d/4), durante cinco dias por semana (5d/7) e nove meses no ano (9m/y), com aplicações de ethefon a 2,5% (ET 2,5%) pincelado no painel de sangria (Pa) nove vezes por ano (9/y). A produção de coágulo acumulada na(s) caneca(s) foi pesada mensalmente em cada planta, somada para obtenção da produção anual para determinação da produção anual de coágulo (kg/planta/ano), que foi convertida em produção anual de borracha seca, com base em estimativas do teor de borracha seca. A produção em kg/planta.ano foi extrapolada para kg/ha.ano, considerando um número de 400 plantas em sangria/ano no seringal comercial. Em razão das condições climáticas do local de implantação, com estação seca de cinco a seis meses, as sangrias eram suspensas durante o período de troca anual das folhas das plantas (junho, julho e agosto).

A análise estatística foi realizada por meio do Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos Selegen – REML/BLUP (RESENDE, 2007), usando o Modelo Básico de Repetibilidade Sem Delineamento (Modelo 63). Utilizou-se a Metodologia de Modelos Mistos para a obtenção da Melhor Predição Linear não Viesada (BLUP) e o processo da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) para a estimação dos componentes de variância e do coeficiente de repetibilidade.

O modelo estatístico é $y = X_m + W_p + e$, em que y é o vetor de dados, m é o vetor dos efeitos de medição (assumidos como fixos) somados à média geral, p é o vetor dos efeitos permanentes de plantas (efeitos genotípicos mais efeitos de ambiente permanente, assumidos como aleatórios) e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Foram obtidos, então, os valores do coeficiente de repetibilidade; a variância fenotípica permanente entre plantas (variância genotípica mais a variância ambiental permanente de um ano de sangria para o outro); a variância de ambiente temporário (variância ambiental de cada ano de sangria); a variância fenotípica individual; a repetibilidade média de produção de m sangrias repetidas; a acurácia da seleção baseada na média de m sangrias repetidas e o ganho de seleção para produtividade em quilograma de borracha seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, a variância fenotípica permanente (genotípica + ambiental permanente) representa mais de 83% da variância fenotípica individual (variância total) e a variância do ambiente temporário foi inferior a 17% em relação a total (Tabela 1). Esses valores indicam que a variância ambiental é muito pequena em relação à variância entre as plantas. Sugere-se, a partir destes dados, que a produção de borracha tem maior influência do efeito genético do que do ambiental e que existe a possibilidade de sucesso em selecionar estes genótipos para as condições edafoclimáticas do local de avaliação.

Observa-se na Tabela 1, alto valor do coeficiente de repetibilidade individual, o que indica regularidade na repetição do caráter de um ano para outro. Para Resende (2002), valores de coeficiente de repetibilidade iguais ou superiores a 0,60 são considerados altos, indicando que é possível prever o valor real dos indivíduos com número relativamente pequeno de observações. De acordo com Cruz (1994), quando a repetibilidade é alta, o acréscimo do número de medições resultará em pouco acréscimo na precisão, em relação a que se teria se um indivíduo fosse avaliado por meio de uma única observação.

Tabela 1. Valores de parâmetros genéticos obtidos a partir da análise de repetitividade de genótipos de pé franco de seringueira adultos cultivados no cerrado, durante três anos de sangria.

Parâmetro genético	Valor
V _{fp}	272.667,3
V _{et}	54.814,53
V _f	327.481,8
$r = h^2$	0,832618 ± 0,0869
rm	0,937198
Acm	0,96809
Média Geral (Kg)	612,063

Vfp: variância fenotípica permanente entre plantas; Vet: variância de ambiente temporário; Vf: variância fenotípica individual; $r = h^2$: repetitividade individual; rm: repetitividade da média de três colheitas (sangria); Acm: acurácia de seleção baseada na média de m sangrias.

Na Tabela 2 são apresentadas as acurácias e ganhos em eficiência de seleção que seriam obtidos utilizando-se até dez anos de coleta de borracha e verifica-se que os três anos consecutivos de avaliação de produção de borracha nesse trabalho, por meio das sangrias, permitiram uma acurácia seletiva estimada de aproximadamente 97%, o que demonstra a regularidade de produção de borracha dos pés francos de um ano para outro. Este parâmetro varia de 0 a 1, e de acordo com Resende e Duarte (2007) para valores acima de 0,90 é classificada como alta. Verifica-se também que se fossem realizadas avaliações além dos três anos, o ganho em acurácia e eficiência seriam, relativamente, muito pequenos, perto do alto volume de recursos com as demais avaliações que seriam necessárias. De uma maneira geral, a utilização de dados de produção de borracha de três anos consecutivos possibilitou uma acurácia estimada alta, um aumento na eficiência de seleção de 6 % e uma considerável economia de recursos (Tabela 2).

Devido às particularidades inerentes aos programas de melhoramento de espécies perenes, a estimativa do coeficiente tem sido uma boa ferramenta para espécies perenes tais como: manga (MAIA et al., 2017), pêssego (BRUNA et al., 2012), macaúba (MANFIO et al., 2011), dentre outros.

Tabela 2. Acurácia de seleção em função do número de medições de produção de borracha de genótipos pés francos de seringueira adultos cultivados em solo de cerrado. Embrapa, 2017.

m	Acurácia	Eficiência
1	0,912479	1
2	0,953239	1,044670
3	0,968090	1,060945
4	0,975780	1,069373
5	0,980483	1,074527
6	0,983657	1,078005
7	0,985943	1,080510
8	0,987668	1,082400
9	0,989015	1,083877
10	0,990098	1,085063

m=número de anos de coleta de borracha seca.

Quanto maior a acurácia, maior a confiança na avaliação, maior a correlação entre os valores preditos (estimativa dos valores fenotípicos permanentes) e valores verdadeiros (RESENDE, 2002). Desta forma, a acurácia determina maior confiança e precisão na seleção e no ganho estimado. Na Tabela 3 é apresentado o ordenamento dos 30 melhores clones de pé franco de seringueira classificados entre os 294, considerando valor fenotípico permanente. Verifica-se que para uma intensidade de seleção de cerca de 10 %, os clones superiores resultaram em um ganho genético predito de 185% na produtividade comparada à média da população original, considerando todos os clones avaliados e uma nova média de 1.744 kg de borracha seca/planta. Ano.

Tabela 3. Classificação, valor fenotípico, ganho de seleção e média da população melhorada de produção de borracha seca (kg/planta) da população de 30 genótipos pés francos de seringueira em solo de cerrado. Embrapa, 2017.



Ordem	BGHevea	fp	U+fp	Ganho	Ganho (%)	Média da população melhorada
1	403	3779,61	4391,67	3779,61	617,52	4391,67
2	499	3179,61	3791,67	3479,61	568,50	4091,67
3	62	2036,18	2648,25	2998,47	489,89	3610,53
4	103	1781,66	2393,72	2694,26	440,19	3306,33
5	312	1636,19	2248,25	2482,65	405,62	3094,71
6	71	1290,47	1902,54	2283,95	373,16	2896,02
7	518	1244,64	1856,70	2135,48	348,90	2747,54
8	309	1149,52	1761,58	2012,23	328,76	2624,30
9	77	1135,39	1747,45	1914,81	312,84	2526,87
10	53	1126,93	1738,99	1836,02	299,97	2448,08
11	66	1089,06	1701,12	1768,11	288,88	2380,18
12	261	1086,91	1698,97	1711,35	279,60	2323,41
13	50	1012,81	1624,87	1657,61	270,82	2269,68
14	539	930,11	1542,17	1605,65	262,33	2217,71
15	78	897,47	1509,54	1558,44	254,62	2170,50
16	475	864,59	1476,66	1515,07	247,54	2127,13
17	92	858,44	1470,51	1476,45	241,22	2088,51
18	17	855,21	1467,28	1441,93	235,59	2054,00
19	79	832,03	1444,10	1409,83	230,34	2021,90
20	526	754,43	1366,50	1377,06	224,99	1989,13
21	464	727,80	1339,87	1346,15	219,94	1958,21
22	329	725,63	1337,69	1317,94	215,33	1930,00
23	397	656,95	1269,02	1289,20	210,63	1901,27
24	34	649,53	1261,59	1262,55	206,28	1874,61
25	404	646,92	1258,98	1237,92	202,25	1849,99
26	265	633,12	1245,18	1214,66	198,45	1826,73
27	399	604,78	1216,85	1192,07	194,76	1804,14
28	133	594,97	1207,03	1170,75	191,28	1782,81
29	178	594,40	1206,46	1150,87	188,03	1762,94
30	174	588,44	1200,50	1132,13	184,97	1744,19

fp.: Efeito fenotípico permanente.

U+fp.: Valor fenotípico permanente.

Ganho: Ganho médio no variável objeto da seleção.

Média da população melhorada: Nova média de um ou dos dos “n” materiais genéticos selecionados.

A seleção de um genótipo de seringueira é condicionada às necessidades específicas de cada região, na maioria das vezes, com ênfase no vigor e produção de borracha. A necessidade de novas cultivares de seringueira constitui um ponto crucial para o sucesso da heveicultura. Os resultados apresentados aqui, mesmo tratando-se de genótipos avaliados sem repetição e/ou delineamento experimental e com mais 13 anos de idade, são promissores pois fazem parte de materiais com alto valor que podem carregar consigo características interessantes visando ao desenvolvimento de novas cultivares para a região do Cerrado.

CONCLUSÕES

A avaliação da produção de borracha de genótipos de pé franco adultos do Banco de germoplasma durante três anos contribui para o aumento da eficiência da seleção de materiais para o bioma Cerrado;

A estimativa do coeficiente de repetibilidade para produção de borracha evidencia alto controle genético e estabilidade na repetição da produção em anos consecutivos;

Com base nos parâmetros genéticos obtidos e uma intensidade de seleção de cerca de 10 %, é possível obter um ganho genético predito de 185% na produtividade e uma nova média de 1744 kg de borracha seca/planta. Merecem destaque os genótipos 403 e 499 com produtividade superior a 4000 Kg de borracha seca/planta/ano.

REFERÊNCIAS

BRUNA, E.D.; MORETO, A.L.; DALBó, M.A. Uso do coeficiente de repetibilidade na seleção de clones de pessegueiro para o litoral Sul de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.34, p.206-215, 2012.



CRUZ, C.D.; TEGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004, v.1, 480p.

MAIA, M.C.C.; OLIVEIRA, L.C.; VASCONCELOS, L.F.L.; NETO, F.P.L.; YOKOMIZO, G.K; ARAUJO, L.B. Repetibilidade de características quantitativas de frutos em seleções elite de manga rosa. *Revista Agro@ambiente On-Line*, v.11, n.1, p56-62, 2017.

MANFIO, C.E.; MOTOIKE, S.Y.; SANTOS, C.E.M.; PIMENTEL, L.D.; QUEIROZ, V; SATO, A.Y. Repetibilidade em características biométricas do fruto de macaúba. *Ciência Rural*, v.41, p.70-76, 2011.

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

RESENDE, M. D. V. *Selegen-Reml/Blup: Sistema Estatístico e Seleção Genética Computadorizada via Modelos Lineares Mistos*. 1. ed. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 360 p.

RESENDE, M.D.V., DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.37, n.3, p.182-194, 2007.

