

## Acurácia e eficiência da seleção genômica para ganhos na produtividade de grãos em pinhão-mansão

Adriano dos Santos (Embrapa Agroenergia, adriano.agro84@yahoo.com.br), Bruno Galvêas Laviola (Embrapa Agroenergia, bruno.laviola@embrapa.br), Adriana de Souza Carneiro (Universidade de Brasília, adriancarneiro95@hotmail.com), Ana Clara Oliveira Comby (Universidade de Brasília, anacomby.acc@gmail.com), Eloisa Silva Gomes (Universidade de Brasília, geloisagomes@gmail.com), Alex Gabriel Cajado Ferreira (Universidade de Brasília, gabriel.cajado.f@gmail.com), Leonardo de Sousa Rocha (Universidade de Brasília, leonardos322@gmail.com), Wanessa Barros Colli (UnB, wanessabarros@outlook.com), João Victor Jorge dos Santos (UnB, joaovictor\_jorge@outlook.com), Rosana Falcão (Embrapa Agroenergia, rosana.falcao@embrapa.br), Júlio César Marana (Embrapa Agroenergia julio.marana@embrapa.br), Erina Vítório Rodrigues (Universidade de Brasília, erinavict@hotmail.com).

**Palavras Chave:** *Jatropha curcas* L., seleção precoce, melhoramento genético.

### 1 - Introdução

A importância no desenvolvimento de fontes de energia renováveis é pertinente, diante da enorme quantidade de gases poluentes emitidos pelas principais fontes de energia utilizadas, que são os combustíveis fósseis. Uma das alternativas para mitigar os efeitos sobre os ecossistemas é o investimento na melhoria da produção de biodiesel a partir de óleo vegetal. Nesse contexto, diversos estudos têm enfatizado e/ou demonstrado resultados positivos na utilização de espécies promissoras para produção de biocombustíveis, tais como pinhão-mansão (*Jatropha curcas* L.) (ALVES et al., 2019; LAVIOLA et al., 2017).

Embora essa cultura tem demonstrado potencial produtivo, ainda não é domesticada no Brasil, que justifica os esforços que vêm sendo empregados na avaliação de genótipos. Por se tratar de uma espécie perene, é essencial a implementação de estratégias que possibilitem maior rapidez e eficiência no processo seletivo, e, com a diminuição do ciclo de melhoramento, possibilitará agilidade no lançamento de cultivares para atender a demanda crescente de fontes renováveis de energia.

Neste contexto, a Seleção Genômica Ampla (SGA) é uma estratégia promissora para o aumento e eficiência na seleção, diminuição de custos e aumento do ganho genético entre as gerações de melhoramento (RESENDE et al., 2012). Assim, o objetivo deste trabalho foi estimar o número de indivíduos necessários para acurácia desejada e eficiência da seleção genômica para ganhos na produtividade de grãos em pinhão-mansão.

### 2 - Material e Métodos

Os efeitos genéticos dos marcadores foram previstos em uma população de pinhão-mansão utilizando 1.000 marcadores SNP's. A população composta por 200 indivíduos foi obtida em cruzamento fatorial desconexo com 42 genitores. As análises de seleção genômica foram realizadas utilizando o método da regressão aleatória RR-BLUP (MEUWISSEN et al., 2001). Para estimação dos efeitos das marcas via metodologia RR-BLUP, o seguinte

modelo linear misto foi utilizado (Resende et al., 2008):  $y = Xb + Za + e$ ; em que:  $y$  é o vetor de observações fenotípicas;  $b$  é o vetor de efeitos fixos;  $a$  é o vetor dos efeitos aleatórios das marcas;  $e$  é o vetor de resíduos aleatórios;  $X$  e  $Z$  são as matrizes de incidência para  $B$  e  $a$ .

A estimativa do número de indivíduos que devem ser avaliados para se obtenção da acurácia desejada foi obtida pela expressão  $N_i = \frac{r_{gg}^2 n_{qtl}}{(1-r_{gg}^2)h^2}$  em que  $r_{gg}$  equivale a acurácia da GWS;  $n_{qtl}$  é o número de QTLs que controlam cada característica dado por  $n_{qtl} = \frac{(1+r_{gg}^2)Nh^2}{r_{gg}^2}$ , e  $h^2$  a herdabilidade individual (Resende et al. 2008).

A eficiência seletiva da GWS em comparação com a seleção baseada apenas em fenótipos, foi calculada usando a expressão:  $ES_{GWS} = \frac{r_{gg} T_f}{r_{\gamma y} T_{GWS}} - 1$ , em que  $r_{gg}$  é acurácia seletiva da GWS;  $T_f$  é o tempo médio para o ciclo de seleção com base exclusivamente nos fenótipos;  $r_{\gamma y}$  é a acurácia com base na seleção fenotípica;  $T_{GWS}$  é o tempo médio para o ciclo de seleção com base na GWS (Resende et al. 2012). As análises de eficiências foram estimadas considerando a necessidade de cinco anos para obtenção de adequadas acurácias fenotípicas. Para a obtenção das acurácias da GWS foram considerados os tempos de um a três anos.

### 3 - Resultados e Discussão

A estimativa do número de indivíduos necessários para se obter acurácia seletiva desejada está apresentada na Tabela 1. Observa-se a necessidade de se avaliar maior número de indivíduos quando se almeja maiores estimativas de  $r_{gg}$ .

Diante do resultado exposto, quando consideramos a obtenção da acurácia genômica de 0,70, valor considerado como de alta magnitude por Resende e Duarte (2007), será necessário avaliar de 10.189 e 174 indivíduos para a produtividade de grãos na primeira safra e terceira safra, respectivamente. Nota-se que diferentemente da acurácia desejada (0,4 a 0,9) o número de indivíduos requeridos será

superior a 2.000 quando a seleção genômica é aplicada na primeira safra.

**Tabela 1.** Número de indivíduos requeridos para obter a precisão desejada da GWS na população de melhoramento de *Jatropha curcas* para produção de grãos.

Acurácia desejada	Número de Indivíduos		
	Safra 1	Safra 2	Safra 3
0,40	2.020	389	95
0,50	3.535	682	126
0,60	5.965	1.150	143
0,70	10.189	1.964	174
0,80	18.854	3.635	237
0,90	45.212	8.717	328

Quanto a eficiência da seleção genômica em relação à seleção fenotípica (Tabela 2), pode-se observar a possibilidade de redução do tempo do ciclo seletivo, permitindo aos melhoristas obtenção de ganhos genéticos de forma precoce, sendo uma das grandes vantagens da Seleção Genômica Ampla.

**Tabela 2.** Eficiência da seleção genômica comparada com a seleção fenotípica em pinhão-mansão.

Anos para SGA	Eficiência	ARSF (%)
1	2,689	168,94
2	2,084	108,43
3	3,720	272,04

ARSF: aumento em relação à seleção fenotípica

Ao se reduzir o ciclo seletivo de cinco anos para um ano, observa-se que a SGA foi 2,689 mais eficiente que a seleção com base nos dados fenotípicos para produção de grãos. Assim, ao se selecionar, precocemente, na primeira safra os indivíduos superiores por meio as análises de SGA, o melhorista alcançará ganhos de até 168% em relação a seleção realizada com base nos dados fenotípicos aos cinco anos.

Quando aplicamos a seleção genômica no segundo ano, torna-se possível ganhos de 108%. Valores inferiores aos obtidos no primeiro ano. Todavia, quando a seleção genômica é realizada no terceiro ano, possibilita ganhos de 272% em relação a seleção fenotípica. Deste modo, ao se selecionar indivíduos superiores precocemente por meio da seleção genômica, o melhorista aplicará esforços nos genótipos com maior potencial e, deste modo, eliminando os genótipos indesejáveis. Por consequência, os custos de manutenção das populações de melhoramento em campo podem ser reduzidos de forma considerável, possibilitando assim avaliar maior número de populações.

O aumento nos ganhos com a seleção genômica já nos primeiros anos em detrimento da seleção com base nos dados fenotípicos está relacionado, principalmente, pelo fato do pinhão-mansão apresentar baixa repetibilidade (LAVIOLA et al., 2013), tornando-se necessário realizar

várias colheitas para atingir acurada seleção fenotípica. Assim, mesmo quando a acurácia da Seleção Genômica for de mesma magnitude que a obtida com a seleção baseada em dados fenotípicos, a SGA proporcionará ganhos genéticos superiores, devido a redução do ciclo de seleção.

## 4 – Conclusões

Para aplicar a seleção genômica nas primeiras safras são necessários grande número de indivíduos na população de melhoramento. Na presença de poucos indivíduos na população deve-se realizar maior número de safras.

A seleção genômica apresenta elevada eficiência na seleção de genótipos superiores de pinhão-mansão em detrimento a seleção com base em dados fenotípicos.

## 5 – Agradecimentos

Embrapa Agroenergia, Embrapa Cerrados, CNPq, Finep e Universidade de Brasília.

## 6 - Bibliografia

- ALVES, R. S.; TEODORO, P. E.; DE AZEVEDO PEIXOTO, L.; SILVA, L. A.; LAVIOLA, B. G.; RESENDE, M. D. V.; BHERING, L. L. Multiple-trait BLUP in longitudinal data analysis on *Jatropha curcas* breeding for bioenergy. *Industrial crops and products*, **2019**, 130, 558-561
- LAVIOLA, B. G.; OLIVEIRA, A. M.; BHERING, L. L.; ALVES, A.; ROCHA, R. B.; GOMES, B.E.; CRUZ, C. D. Estimates of repeatability coefficients and selection gains in *Jatropha* indicate that higher cumulative genetic gains can be obtained by relaxing the degree of certainty in predicting the best families. *Industrial Crops and Products*, **2013**, 51, 70-76.
- MEUWISSEN, T. H. E.; GODDARD, M. E.; HAYES, B. J. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*, Austin, **2001**, 157, 4, 1819-1829.
- RESENDE JR, M. F. R.; MUNOZ, P.; ACOSTA, J. J.; PETER, G.F.; DAVIS, J. M.; GRATTAPAGLIA, D.; RESENDE, M. D. V.; KIRST, M.; Accelerating the domestication of trees using genomic selection: accuracy of prediction models across ages and environments. *New Phytologist*, **2012**, 193, 3, 617-624.
- RESENDE M. D. V.; LOPES P, SILVA R. L.; PIRES, I. E. Seleção genômica ampla (GWS) e maximização da eficiência do melhoramento genético. *Pesquisa Florestal Brasileira*, **2008**, 56, 63-77.
- RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, **2007**, 37, 182-194.