

## Uso de experimentos de avaliação de linhagens na estimativa do progresso genético em programa de seleção recorrente do feijoeiro

Alice Pereira Silva<sup>1</sup>, Bruna Line Carvalho<sup>2</sup>, Ricardo Augusto Cabral Diniz Ferreira<sup>3</sup>, Ângela de Fátima Barbosa Abreu<sup>4</sup>, Magno Antonio Patto Ramalho<sup>5</sup>

### Resumo

No programa de seleção recorrente (SR) realizado na UFLA, após identificadas as progênies para recombinação, a seleção continua até a obtenção de linhagens. Essas são avaliadas em experimentos com repetições com outras linhagens advindas de outros programas melhoramento. Como são utilizadas testemunhas comuns nesses experimentos, o que se propõe nesse trabalho é estimar o progresso genético a partir desses dados. No período de 1995 a 2012 foram conduzidos 11 ciclos seletivos. As linhagens advindas desses ciclos foram avaliadas em Lavras no delineamento em blocos casualizados (DBC) com três repetições. Em todos os experimentos foram utilizadas três testemunhas comuns. Foi realizada a análise combinada dos experimentos e o ajuste das médias com base nas testemunhas comuns. Obteve-se o progresso genético a partir da regressão linear entre o número de ciclos (variável independente) e a produtividade (variável dependente). A partir dos resultados, conclui-se que a metodologia utilizada é eficiente, pois não exige nenhum experimento adicional para a estimativa do progresso e avalia o resultado de cada ciclo seletivo, que são as linhagens em condições de serem recomendadas aos agricultores. A principal limitação é a necessidade de utilizar um número de testemunhas comuns, que possam efetivamente proporcionar uma estimativa da variação ambiental entre os ciclos, de modo mais preciso possível.

### Introdução

A estimativa do progresso genético com a SR é fundamental para se avaliar o sucesso com a seleção e sobretudo para propor alternativas visando a melhoria da SR. No caso de plantas alógamas, essas estimativas são mais facilmente obtidas porque a cada ciclo a população está em equilíbrio de Hardy-Weinberg e, nesse caso, a cada ciclo parte da semente da população é armazenada para posteriormente serem utilizadas na avaliação do progresso. No caso das autógamias, como a recombinação é realizada precocemente, isto é, gerações  $S_{0,2}$  ou  $S_{0,3}$ , ainda existem muitos blocos segregando e, portanto, a endogamia pode alterar a média populacional. Assim, o procedimento para se obter o progresso genético deve ser diferente. Algumas alternativas tem sido adotadas e são relatadas na literatura (Faria et al., 2013; Marais and Botes, 2010)

Na maioria dos programas de SR de plantas autógamias, após identificadas as progênies para a recombinação, a seleção continua até a obtenção de linhagens que possam ser utilizadas como cultivares. Nesse caso, nas últimas fases do melhoramento essas linhagens da SR e de outros programas são avaliadas em experimentos conduzidos em alguns ambientes.

Um programa de melhoramento de SR vem sendo realizado na UFLA há alguns anos e as linhagens são avaliadas como comentado anteriormente. Como esses experimentos possuem algumas testemunhas comuns, o que se propõe nesse trabalho é estimar o progresso genético com a SR utilizando dados desses experimentos.

### Material e Métodos

Foram utilizados dados da produtividade média de grãos (g/parcela) de experimentos de avaliação de linhagens. No período de 1995 a 2012, participaram desses experimentos linhagens do primeiro (CI) ao décimo primeiro (CXI) ciclos. O delineamento foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições, parcelas de duas linhas de quatro metros de comprimento, espaçadas de 50 cm, com 15 sementes/m. Os experimentos utilizados foram todos conduzidos em Lavras em três safras, com semeadura em fevereiro, julho ou novembro. Na maioria dos ciclos seletivos, as linhagens foram avaliadas por dois anos. Em todos esses experimentos, foram utilizados como testemunhas as cultivares Carioca, Carioca MG e Ouro Negro. No período foram conduzidos 49 experimentos, avaliadas 301 linhagens, sendo 112 oriundas da SR da UFLA.

Inicialmente foi realizada a análise de variância por experimento. Posteriormente foi realizada a análise combinada, utilizando procedimento preconizado por Pimentel-Gomes (2009), envolvendo apenas

as linhagens da SR e as testemunhas comuns. Após o ajuste das médias foi estimado a produtividade média de grãos envolvendo as linhagens de cada ciclo seletivo. Com essas médias foi obtido o coeficiente de regressão linear ( $b_1$ ) entre a variável independente (X), número de ciclos de SR, e a variável dependente (Y), produtividade de grãos (g/parcela). O estimador forneceu o progresso genético em porcentagem.

### Resultados e Discussão

As estimativas de acurácia dos experimentos foram de modo geral alta, mostrando que a precisão na avaliação das linhagens pode ser considerada média a boa. Isso contribuiu para que fosse detectada diferença significativa ( $P < 0,01$ ) entre os ciclos e entre as linhagens comuns, em todas as condições (Tabela 1). É importante salientar que para fonte de variação ciclos, está envolvido não só as linhagens regulares a cada ciclo, como também as testemunhas (tratamentos comuns) e o efeito ambiental, clima e manejo, de um ciclo para outro.

Apesar da variação do progresso genético estimado ( $b_1$ ) nas safras, ele foi positivo e significativo em todos os casos. A maior estimativa foi encontrada na denominada safra “das águas”, semeadura em novembro, e maior na safra “de inverno”, semeadura em julho (Tabela 2). Provavelmente, isso ocorreu porque na safra “das águas” as condições ambientais não são favoráveis, ou seja, o cultivo não é irrigado, a temperatura noturna é elevada, a incidência de patógenos normalmente é maior, entre outros fatores. Assim, a discriminação entre as linhagens é maior, o que facilita a identificação dos genótipos superiores. Na média das três safras, o ganho foi de 1,57% por ciclo (Tabela 2). Esse valor é inferior ao relatado por Ramalho et al. (2005), na estimativa do progresso obtido após quatro ciclos, e por Silva et al. (2010), após oito ciclos. Deve ser mencionado que as metodologias utilizadas não foram as mesmas e, sobretudo, o número de ciclos seletivos foi bem diferente. É esperado que quando se considera mais ciclos, o progresso provavelmente é menor. Isso ocorre porque em ciclos mais avançados, quando a população já está melhorada, os ganhos adicionais são mais difíceis de serem obtidos. As médias das melhores linhagens de cada ciclo estão apresentadas na tabela 3. Observa-se que apesar das oscilações devido ao efeito de anos houve incremento da média ao longo dos ciclos seletivos.

A partir dos resultados pode-se dizer que metodologia utilizada é eficiente, pois não exige nenhum experimento adicional para a estimativa do progresso genético e avalia o resultado de cada ciclo seletivo, que são as linhagens em condições de serem recomendadas aos agricultores. A principal limitação é a necessidade de utilizar um número de testemunhas comuns, que possam efetivamente proporcionar uma estimativa da variação ambiental entre os ciclos, de modo mais preciso possível.

Tabela 1 Resumo da análise de variância para produtividade de grãos por parcela considerando todas as safras e cada safra individualmente. Lavras, MG

FV	Total		Águas		Seca		Inverno	
	GL	Prob. (>F)	GL	Prob. (>F)	GL	Prob. (>F)	GL	Prob. (>F)
Ciclo	9	<0,01	9	<0,01	8	<0,01	9	<0,01
Tratamento	113	<0,01	96	<0,01	113	<0,01	91	<0,01
Trat. Regular	111	<0,01	83	0,08	111	<0,01	89	<0,01
Trat. Comum	2	<0,01	2	0,34	2	0,01	2	0,12
Regular vs Comum	1	0,63	1	0,04	1	0,43	1	0,02
Trat. Comum x Ciclo	18	<0,01	17	<0,01	16	0,11	17	0,27
Erro médio	1531		405		492		395	
Média (g/parcela)	972,03		810,74		998,17		1164,95	
CV (%)	22,46		24,38		22,95		20,57	
(%)	71,23		71,23		99,45		62,47	

Tabela 2 Estimativas dos parâmetros da equação de regressão linear entre o número de ciclos e produtividade média de grãos das linhagens (g/parcela) e ganho com a seleção relativo (GS) para cada safra e todas as safras conjuntamente. Lavras, MG

Safra	$b_0$ (g/parcela)	$b_1$ (g/parcela)	$R^2$ (%)	GS(%)
Águas	687,22	29,10**	87,78	4,23
Seca	878,20	22,32**	74,02	2,54
Inverno	1036,7	23,94*	34,99	2,31
Total	906,27	14,27**	75,03	1,57

<sup>1/</sup> Intercessão do eixo. <sup>2/</sup> Coeficiente de regressão linear. <sup>3/</sup> Coeficiente de determinação

\*\*.\* Significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste de F

Tabela 3 Produtividade média de grãos, g/parcela, obtida na avaliação das melhores linhagens dos ciclos 1 ao 11 de seleção recorrente, experimentos conduzidos nas três safras. Lavras, MG

Linhagens	Ciclos de SR									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C8	C9	C10	C11
1	1044	862	923	1056	1070	907	1092	1113	874	1261
2	774	815	845	996	1066	974	1037	1085	950	1182
3	821	798	809	1035	1010	1003	1001	980	901	1084
4	933	786	918	954	974	987	1010	952	975	931
5	825	753	931	898	969	939	1094	1044	1056	989
Média	879	803	885	988	1018	962	1047	1035	951	1089
Carioca	960									
Carioca MG	991									
Ouro Negro	1049									

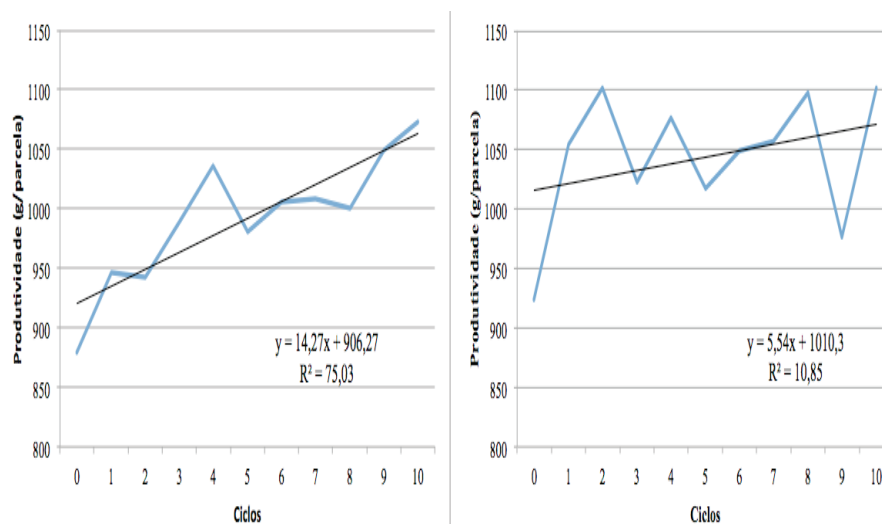


Figura 1 Reta da equação de regressão linear para produtividade média de grãos (g/parcela) em função dos ciclos seletivos

### Apoio

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão de bolsas de estudo e a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) por fornecer recurso financeiro para a participação no evento.

## Referências

- Faria et al. (2013) Field Crops Research Genetic progress during 22 years of improvement of carioca-type common bean in Brazil. **Field Crops Research** **142**: 68-74.
- Marais GF and Botes WC (2010) Recurrent Mass Selection for Routine Improvement of Common Wheat: A Review. **Sustainable Agriculture Reviews** **1**: 85-105.
- Pimentel-Gomes F (2000) **Curso de estatística experimental**. Nobel, Piracicaba, 475p.
- Ramalho MAP et al. (2012) **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Editora UFLA, Lavras, 522p.
- Ramalho MAP, Abreu ÂFB and Santos JB (2005) Genetic progress after four cycles of recurrent selection for yield and grain traits in common bean. **Euphytica** **144**: 23-29.
- SILVA GS et al. (2010) Estimation of genetic progress after eight cycles of recurrent selection for common bean grain yield. **Crop Breeding and Applied Biotechnology** **10**: 351-356.