

PARÂMETROS GENÉTICOS DOS GENÓTIPOS DE SOJA DESENVOLVIDOS PELA UFU

Erika Sagata

Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia. Endereço para correspondência: Rua: Bueno Brandão, 495, Martins, Uberlândia, MG. CEP: 38400-378. E-mail: erikasagata@gmail.com

Resumo: A soja, espécie originária da China foi introduzida no Brasil e nele se distribuiu de Norte a Sul. Tal expansão deveu-se, em grande parte, aos trabalhos de melhoramento para a inclusão dos genes do período juvenil e é hoje a principal cultura agrícola do País, representando mais de 10% das exportações brasileiras. O trabalho teve como objetivo avaliar parâmetros genéticos dos materiais desenvolvidos pela UFU, dentre estes parâmetros foram calculados herdabilidade, diferencial de seleção e ganho de seleção dos genótipos em dois locais separadamente e posteriormente feita uma análise conjunta, para verificar a interação G x E. Os materiais selecionados obtiveram ganho de seleção expressivo com médias aproximadas de sete sacas por hectare. Na análise individual dos valores de herdabilidade, estes apresentaram valores elevados, mas na análise conjunta verificou-se forte interação genótipo x ambiente.

Palavras-chave: melhoramento de soja, produtividade.

GENETIC PARAMETERS OF SOYBEAN GENOTYPES DEVELOPED BY UFU BREEDING PROGRAM

Abstract: The soybean, specie originated in China, was introduced in Brazil and it is cultivated at present countrywide from South to North. Such great area expansion was largely due the local breeding work especially with the inclusion of the long juvenile trait, which made soybeans the most important field crop in Brazil, representing more than 10% the country export value. This research had the objective of estimating the following genetic parameters for traits of interest on advanced strains developed by the Federal University of Uberlândia breeding program: heritability, selection differential and genetic gain. Data was collected at two locations and analysis was performed both at single and at the two locations in order to evaluate possible genotype-by-environment interactions. The advanced strains presented significant selection gains and averages close to seven 50kg-sacs per hectare. In the individual analysis, heritability estimates were quite high and in the combined location analysis, it was found a high and significant genotype-by-environment interaction.

Keys words: soybean breeding, genetic parameters, yield.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L. Merrill) foi introduzida no Brasil por Gustavo D'Utra, professor da Escola Agrícola da Bahia, em 1882, como espécie forrageira e seu cultivo comercial para a produção de grãos foi implementado na década de 1940 em algumas regiões do Rio Grande do Sul e de São Paulo. Entretanto, foi a partir de 1970 que a cultura teve expansão marcante, devido principalmente aos preços atrativos (até US\$ 400,00 por tonelada) que à época eram pagos aos produtores (KIIHL, 2006).

O melhoramento genético da soja é uma das tecnologias que mais têm contribuído para os aumentos de produtividade e estabilidade de produção, sem custos adicionais ao agricultor. Estima-se que metade do incremento da produtividade das principais espécies agrônomicas nos últimos 50 anos seja atribuída a esta tecnologia (BORÉM e MIRANDA, 2005).

A possibilidade de predição dos ganhos obtidos por uma estratégia de seleção constitui-se em uma das principais contribuições da genética quantitativa à prática

do melhoramento genético de plantas. Com estas informações é possível orientar de maneira mais eficiente o programa de melhoramento, prever o sucesso do processo seletivo adotado e decidir, caso necessário e com base científica, por técnicas alternativas de seleção que possam ser mais eficazes (CRUZ; REGAZZI, 1997; ROSSMANN, 2001).

De acordo com Vencovsky (1970 apud ROSSAMANN, 2001), os fatores mais importantes que interferem direta ou indiretamente no ganho obtido por seleção são: a intensidade de seleção, as propriedades genéticas da população e as condições ambientais durante o processo seletivo. O ganho obtido por seleção está diretamente relacionado com o diferencial de seleção, ou seja, a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Quanto maior for a pressão de seleção, maior será o diferencial.

Burton (1997 apud ROCHA, 2002), enfatizando os meios para melhorar a eficiência dos métodos de melhoramento, inclui entre eles, o desenvolvimento de métodos para gerenciar as interações genótipos *versus*

ambientes de forma a otimizar as estimativas de herdabilidade para a característica produtividade. A análise da interação genótipos x locais objetiva, principalmente, pesquisar o comportamento dos genótipos frente aos fatores previsíveis, micro (dentro dos locais) e macro-ambientes (entre locais), no espaço (ROCHA, 2002). As interações G x A podem ser encaradas de modo desejável, pois podem ser encaradas como fenômenos biológicos naturais e, portanto, devem ser bem caracterizadas para seu aproveitamento no processo de seleção. Genótipos que interagem positivamente com ambientes podem assim ser diferenciados dos demais. Tal enfoque passa a ter grande importância no caso de espécies de alto investimento em insumos e manejo para a melhoria do ambiente, como é o caso da soja (ROCHA, 2002 apud CHAVES, 2001).

Diante da importância do melhoramento genético para a cultura da soja no Brasil, o presente trabalho teve como objetivos avaliar a interação genótipo vs. ambiente e estimar parâmetros genéticos dos materiais testados, desta maneira subsidiando com informações básicas o programa de melhoramento da Universidade Federal de Uberlândia.

MATERIAL E MÉTODOS

Tabela 1 – Genótipos avaliados - UFU, 2005.

Genótipos	Genealogia ou Identificação
1	FT-50268-M x UFV-18
2	(PI 416937 x IAC-8.2) c/ IAC-8.2
3	FT-2000 x IAS-5
4	Garimpo x Savana
5	Cristalina x IAC-100
6	UFV-16 x MG/Br 93.4916
7	Cristalina x IAC-100
8	Cristalina x IAC-100
9	DM-101 x Liderança
10	Tucano x M-Soy 8800
11	M-Soy 8411 x Xingu
12	Cristalina x IAC-100
13	Confiança x Xingu
14	Cristalina x IAC-100
15	M-Soy 8411 x UFV-18
16	Br-86-11864 RCH x MG/Br 93.7916
17	FT- 50268-M x M-Soy 8400
18	Luziânia
19	Garantia
20	DM-339
21	Chapadões
22	MSOY-8914

Os ensaios forma realizados na Fazenda Experimental Capim Branco, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia – MG, situada na latitude 18°53'19''S, longitude 48°20'57''W, altitude de 835 m e precipitação média anual de 1250mm e na Fazenda Boa Vista em Uberaba-MG, situada na latitude 19°59', longitude 47°53' W, altitude de 764 m e precipitação média anual de 1388 mm.

As áreas escolhidas situam-se ambas sobre Latossolo Vermelho Escuro Distrófico, sendo a textura argilosa em Uberlândia e média-arenosa em Uberaba.

A adubação de plantio foi feita de acordo com a recomendação para a cultura, utilizando-se o formulado 02-28-18 + 0,2 Zn, nas doses de 500 Kg ha⁻¹ em ambos os locais.

Os genótipos utilizados foram oriundos do Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Uberlândia-MG, sendo linhagens componentes dos ensaios regionais de competição do ano agrícola 2004/05. Foram testadas 17 linhagens de ciclo semitardio/tardio juntamente com as testemunhas Luziânia, Garantia, Chapadões, DM-339 e MSOY-8914, conforme Tabela 1.

No momento da semeadura, as sementes foram inoculadas com Biomax®, na dosagem de 7×10^8 células ml^{-1} de *Bradyrhizobium* por semente, utilizando-se portanto 150 ml para cada 50 kg de semente.

A semeadura foi realizada em 24/11/2004, na Fazenda Capim Branco, Uberlândia, e no dia 28/11/2004, na Fazenda Bela Vista em Uberaba.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 3 repetições, composto de 25 tratamentos. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de cinco metros espaçadas de 0,45m, sendo a parcela útil às duas linhas centrais, eliminando-se as 2 linhas laterais e 0,5m de cada extremidade, perfazendo $3,6\text{m}^2$ para cada parcela.

O preparo do solo foi realizado através de uma aração e duas gradagens, sendo que a última gradagem foi efetuada às vésperas do sulcamento. A semeadura foi feita a 2 cm de profundidade, sendo distribuídas uniformemente cerca de 100 sementes em cada linha de 5 metros.

Para cada local

$$h^2 = s_g^2 / s_p^2$$

$$s_g^2 = \frac{\text{QMG} - \text{QMR}}{r}$$

$$s_p^2 = \frac{\text{QMG} + \text{QMR}}{r}$$

Condução

No decorrer do experimento, para o controle de plantas daninhas, realizou-se aplicações dos herbicidas Pivot à dose de $600 \text{mL} \cdot \text{ha}^{-1}$, Verdict na dose de $700\text{mL} \cdot \text{ha}^{-1}$ mistura ao óleo mineral na concentração de 5% v/v e sempre que necessário, capinas manuais. Também foram efetuadas pulverizações com inseticidas (Strong à $350 \text{mL} \cdot \text{ha}^{-1}$) e fungicidas (Folicur à $500 \text{mL} \cdot \text{ha}^{-1}$) indicadas para a cultura, para o controle de moléstias incidentes.

Foi efetuada a análise de variância para cada característica, com a comparação entre as médias dos tratamentos por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Todas as análises foram feitas usando o programa Sisvar, desenvolvida pela Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Estimou-se a herdabilidade restrita em cada local e análise conjunta com as médias dos genótipos e o ganho de seleção através das fórmulas (ALLARD, 1960):

Análise conjunta

$$h^2 = s_g^2 / s_p^2$$

$$s_g^2 = \frac{\text{QMG} - \text{QM(gxl)}}{r \cdot l}$$

$$s_p^2 = s_g^2 + \frac{\text{QM(gxl)}}{l} + \frac{\text{QMR}}{r \cdot l}$$

Onde: ds: média dos indivíduos selecionados - média da população ($X_s - X_o$)

$gs = ds \times h^2$

h^2 = herdabilidade; s_p^2 = variância fenotípica total da população; s_g^2 = variância genética;

QMG: Quadrado médio de genótipos; QML: Quadrado médio de locais de cultivo; QMR: Quadrado médio de resíduo; QM(gxl): Quadrado médio da interação genótipo vs. Ambiente; gs: ganho de seleção; ds: diferencial de seleção. r: repetição, l: local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variâncias genéticas e fenotípicas, herdabilidades, diferenciais de seleção e ganhos com seleção em 17 genótipos de soja e dois locais de cultivo encontram-se na O diferencial de seleção foi obtido considerando os genótipos de melhor performance produtivos. Em Uberaba foram selecionados os tratamentos 2, 3, 15 e 16; Uberlândia 1, 2, 9 e 16 e na análise conjunta 1, 2, 3 e 16, ou seja, a pressão de seleção foi de 23,53%.

Observando cada local, verifica-se que todos os caracteres variaram o valor herdável, conforme o local de cultivo e os caracteres estudados. Os valores de herdabilidade em Uberlândia, a produtividade atingiu 0,69 e 0,70 em Uberaba.

Segundo Brim (1973 apud POLIZEL, 2004), os valores de herdabilidade máximo e mínimo para rendimento de grãos são de 58 e 3%, respectivamente, sendo a maioria entre 33 a 58%.

Tabela 02 - Parâmetros genéticos estimados para os 22 genótipos de soja em dois locais de cultivo – UFU, 2005.

Parâmetros genéticos	Data da floração		
	Uberaba	Uberlândia	Análise Conjunta
Média Geral	58,29	62,20	60,24
Variância fenotípica	2,31	8,91	6,77
Variância Genética	1,77	8,09	2,65
Herdabilidade	0,77	0,91	0,39
Diferencial de seleção	-1,46	-1,86	-2,37
Ganho de seleção	-1,12	-1,69	-0,93
Parâmetros genéticos	Data da maturação		
	Uberaba	Uberlândia	Análise Conjunta
Média Geral	131,29	143,08	137,19
Variância fenotípica	45,01	24,14	40,91
Variância genética	37,04	15,94	13,73
Herdabilidade	0,82	0,66	0,34
Diferencial de seleção	-2,38	-4,16	-3,02
Ganho de seleção	-1,96	-2,75	-1,01
Parâmetros genéticos	Altura da floração		
	Uberaba	Uberlândia	Análise Conjunta
Média Geral	63,62	88,03	75,83
Variância fenotípica	84,01	72,99	90,20
Variância genética	61,09	44,15	32,11
Herdabilidade	0,73	0,60	0,36
Diferencial de seleção	5,11	-1,06	2,29
Ganho de seleção	3,71	-0,64	0,81
Parâmetros genéticos	Altura da maturação		
	Uberaba	Uberlândia	Análise Conjunta
Média Geral	89,76	101,56	95,66
Variância fenotípica	124,53	70,85	109,77
Variância genética	69,29	42,18	30,65
Herdabilidade	0,56	0,60	0,28
Diferencial de seleção	1,15	-2,33	-2,56
Ganho de seleção	0,64	-1,39	-0,71

Cont. Tabela 09 - Parâmetros genéticos dos 22 genótipos de soja em dois locais de cultivo. UFU, Uberlândia, 2005.

Parâmetros genéticos	Acamamento ¹		
	Uberaba	Uberlândia	Análise Conjunta
Média Geral	1,77	2,94	2,060
Variância fenotípica	0,07	0,049	0,030
Variância genética	0,05	0,020	0,003
Herdabilidade	0,78	0,37	0,090
Diferencial de seleção	-0,09	-0,11	0,024
Ganho de seleção	-0,07	-0,04	0,002

¹ Dados transformados em $x+0,5$ (BARBIN, 2003).

Parâmetros genéticos	Produtividade		
	Uberaba	Uberlândia	Análise Conjunta
Média Geral	1828,48	3044,81	2436,64
Variância fenotípica	221377,61	129269,47	201229,11
Variância genética	156100,95	88813,51	71114,18
Herdabilidade	0,70	0,69	0,35
Diferencial de seleção	580,09	371,46	464,41
Ganho de seleção	409,04	255,21	164,12

De maneira geral, a produção de grãos é um caráter que apresenta baixa herdabilidade, no entanto, alguns autores observaram estimativas de herdabilidade de moderada à altas para o caráter produção de grãos (ROSSMANN, 2001).

Quando os teste de avaliação dos genótipos são conduzidos em um só ambiente, a variância genética pode ficar superestimada, ou seja, pode conter componentes da interação G x E. Sua magnitude na expressão fenotípica do caráter pode reduzir a correlação entre fenótipo e genótipo, inflacionando a variância genética, e por sua vez, parâmetros dependentes desta, como herdabilidade e ganho genético com a seleção (ROCHA; VELLO, 1999).

Em Uberaba a herdabilidade apresentada pela variável acamamento foi de 0,78 e em Uberlândia foi de 0,37, ou seja em Uberlândia, a maior causa da variabilidade é devido às diferenças de natureza ambiental (pluviosidade, fertilidade de solo, etc.), em relação à Uberaba. Na análise conjunta a herdabilidade caiu para 0,09, uma diferença atribuída pela influencia do tipo de solo em que os genótipos foram cultivados, evidenciando forte interação G x E.

Fatores previsíveis como tipo de solo, fertilidade e práticas culturais afetaram o desenvolvimento fenológico das plantas e conseqüentemente nos valores de herdabilidade para cada local e na análise conjunta.

Diferenças semelhantes foram observadas em quase todas as variáveis em estudo, onde se obtiveram resultados relativamente próximos entre os locais, mas que na análise conjunta obtiveram valores muito baixos, variando entre 0,09 a 0,39, demonstrando forte interação genótipo x ambiente nos genótipos estudados.

Rocha e Vello (1999), testando linhagens de soja em três locais comentaram que fatores relacionados a características diferenciais de solos foram aqueles que mais contribuíram para a interação G x L.

A variável acamamento, o ganho de seleção é praticamente igual a zero, verificando que não houve variabilidade genética.

Houve um ganho de seleção expressivo no rendimento de grãos; em Uberaba com 409 kg ha⁻¹ a mais pelos genótipos selecionados em relação à média da população original, em Uberlândia obteve 255,21 kg ha⁻¹ e na análise conjunta 164,12 kg ha⁻¹.

Segundo Falconer e Mackay (1996 apud HOSMANN, 1980), as maiores respostas à seleção, não estão necessariamente, associadas à caracteres de maior herdabilidade, uma vez que altos valores de herdabilidade podem ocorrer em caracteres de pequena variância genética aditiva, desde que a influencia do ambiente no caráter seja pequena. Para os caracteres que apresentam alto coeficiente de herdabilidade associado a um diferencial de seleção elevado, espera-se maior ganho com seleção.

Para a maioria dos outros caracteres os ganhos de seleção foram negativos ou levemente positivos, o que de

modo geral em relação à média populacional não são expressivos ou modificam determinadas variáveis, exceto a data de maturação, que aproximadamente três dias a menos de ganho, significaria a mudança do grupo de maturação em relação à média original.

CONCLUSÃO

Os valores de herdabilidade foram variáveis para cada local e na análise conjunta, devido à interação G x L.

Os fatores previsíveis e imprevisíveis, como tipo de solo, fertilidade de solo, temperatura e precipitação pluviométrica, modificaram os valores de herdabilidade. Deve-se melhor controlar e escolher os ambientes estudados.

Houve ganho de seleção em relação à produtividade expressivo, em torno de 6,82 sacas em Uberaba, 4,25 sacas em Uberlândia e conjuntamente cerca de 3 sacas por hectare.

REFERÊNCIAS

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Tradução: BLUMENSCHIN, A. et al. São Paulo, 1960. 381p.

BARBIN, D. **Planejamento e análise de experimentos agrônômicos**. Araçatuba: Midas, 2003. 208p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2005. 525p.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005. 394 p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 1-130 p.

FALCONNER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de Martinho de Almeida e Silva; José Carlos Silva. Viçosa: UFV, 1981. 128-143 p.

KIIHL, R.A.S. Como recolocar a locomotiva nos trilhos? **Visão agrícola: Soja**, Piracicaba, n.5, p. 4-6, jan/jun. 2006.

POLIZEL, A. C. **Quantificação de doenças foliares da soja por escalas diagramáticas e reação de genótipos**. Uberlândia. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.

ROCHA, M.M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. Dissertação Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002.

ROCHA, M.M.; VELLO, N.A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v.58, n.1, pp.69-81, 1999.

ROSSMANN, H. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em

quatro anos. Dissertação Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2001.

Recebido em 12 09 2011

Aceito em 21 12 2011