



ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS E CORRELAÇÕES ENTRE CARACTERES AGRONÔMICOS EM GENÓTIPOS DE SOJA

Wallace de Sousa LEITE^{1*}, Bruno Ettore PAVAN², Carlos Humberto Aires MATOS FILHO³,
Fabiano Soares FEITOSA³, Cleidismar Barbosa de OLIVEIRA³

¹PPG em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

²Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil.

³Departamento de Engenharias, Universidade Federal do Piauí, Campus Bom Jesus, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

*E-mail: leitewallace@hotmail.com

Recebido em março/2015; Aceito em novembro/2015.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo estimar parâmetros genéticos e correlações entre caracteres de interesse agrônômico em uma população de soja, para selecionar caracteres para uso no melhoramento da cultura. Para tanto, foram analisados 28 genótipos de soja tardia conduzidos através do delineamento de blocos casualizados com três repetições. Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos: altura da planta na floração (APF) e na maturidade (APM), altura de inserção da vagem (AIV), produtividade de grãos (PG) em kg ha⁻¹, número de nós (NN) e número de vagens (NV). Verificou-se efeito significativo de genótipos para todas as características indicando existência de variabilidade genética, com grande possibilidade de se obter ganhos genéticos para todos os caracteres. O maior valor da estimativa do coeficiente de variação genética foi obtido para PG, que também apresentou coeficiente entre CV_g/CV_e acima de 1, indicando condição favorável para seleção desse caráter. Foram observadas correlações genéticas positivas e significativas a 1% de probabilidade para APM com os caracteres APF, AIV, NN e PG. Concluiu-se que a população apresentou variabilidade genética e potencial para melhoramento para todas as características avaliadas, e ganho em produtividade de grãos pode ser obtido principalmente para genótipos com maior altura da planta na maturidade.

Palavra-chave: *Glycine max*, variabilidade genética, correlações genéticas, produtividade de grãos.

ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS AND CORRELATIONS BETWEEN MORPHOLOGICAL TRAITS IN SOYBEAN GENOTYPES

ABSTRACT: This study aimed to estimate genetic parameters and correlations between traits of agronomic interest in a soybean population, to select traits for use in crop breeding. Thus, we analyzed 28 soybean genotypes in randomized block design with three replications. We evaluated the following agronomic traits: plant height at flowering (HPF) and maturity (HPM), pod insertion height (HIP), grain yield (GY), number of nodes (NN) and number of pods (NP). There was a significant effect of genotypes on all traits, indicating the existence of genetic variability, with great possibility of obtaining genetic gain for all characters. The highest estimate of the genetic variation coefficient was obtained for GY, which also showed coefficient between CV_g/CV_e above 1, indicating favorable condition for the selection of this trait. There were positive and significant genetic correlations at 1% probability for HPM with characters HPF, HIP, GY, NN and NP. These findings showed that this population has the genetic variability and potential for improvement for all traits, and grain yield in gain can be obtained especially for genotypes with greater plant height at maturity.

Keywords: *Glycine max*, genetic variability, genetic correlations, grain yield.

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a cultura de maior importância econômica no Brasil, devido à sua grande área de cultivo em diferentes regiões do país. No ano agrícola 2013/2014, a área semeada de soja foi de aproximadamente 30,1 milhões de hectares e a produção total de grãos de soja

no país foi de 86,5 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2014). Dessa forma, é de fundamental importância o desenvolvimento de novas cultivares com bom desempenho agrônômico especificamente para as diversas regiões de cultivo. A obtenção de genótipos mais

produtivos é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento de espécies cultivadas, e pode ser alcançado por meio da seleção e multiplicação dos indivíduos de melhor desempenho produtivo (BÁRBARO et al., 2007). Porém, a complexidade das características mais importantes requer o uso de seleção cada vez mais precisas, baseada nas estimativas de parâmetros genéticos para observar a variabilidade genética da população e com base no conhecimento do grau de associação, ou seja, as correlações genéticas existentes entre os caracteres de interesse. Mensurar a variabilidade genética e conhecer as correlações entre caracteres de interesse para seleção numa população, tem sido de grande relevância no melhoramento de plantas, pois fornece informações úteis ao melhorista podendo auxiliar na seleção indireta para caracteres principais. O estudo e a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos como variâncias, coeficiente de herdabilidade, coeficiente de variação genética e coeficiente da razão entre CV_g/CV_e de uma população que se pretende explorar para o melhoramento genético permite fazer inferências sobre a variabilidade genética que esta apresenta e o que pode se esperar de ganho com seleção, sendo que estas estimativas ainda possibilitam a definição da melhor estratégia de seleção (CORREA et al., 2003).

A herdabilidade é um parâmetro genético de muita importância para o melhorista de plantas, permitindo a estimativa de parte da variância fenotípica que é herdável, estimativa de ganho genético e a escolha dos métodos de seleção a ser aplicado. A herdabilidade pode ser estimada por meio da medida de similaridade entre pai e filho, e também pelos componentes de variância, sendo porção genética no sentido amplo e no sentido restrito (COSTA et al., 2008). O conhecimento do comportamento associativo e das correlações existentes entre caracteres agrônômicos desejáveis permite identificar caracteres que possam ser utilizados na seleção, favorecendo outro de forma indireta, ou seja, indica como a seleção para um determinado caráter influencia a expressão de outros caracteres, principalmente para caracteres quantitativos que apresentam baixa herdabilidade (ALMEIDA et al., 2010; RODRIGUES et al., 2013; SILVA et al., 2009). Neste caso, pode ser recomendada a seleção indireta utilizando outro caráter que apresente alta herdabilidade e fácil avaliação, desde que ele seja altamente correlacionado com a característica desejada. Este estudo teve como objetivo estimar parâmetros genéticos e correlações entre caracteres de interesse agrônômico em uma população de soja, para selecionar caracteres para uso no melhoramento da cultura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na fazenda Sabiá (Latitude 08° 36' 25"S, Longitude 44° 38' 49"W e Altitude de 569 metros) localizada na Serra das Laranjeiras, no município de Currais - PI, na safra 2011/2012, no período de dezembro de 2011 a abril de 2012. O município de Currais pertence a região de cerrado no sul do Piauí, com clima quente e úmido classificado por Köppen como Cwa, apresentando precipitação pluvial média entre 800 e 1200 mm ano⁻¹ distribuídos entre os meses de novembro e maio e temperatura mínima de 18 °C e máxima de 36 °C.

Foram estudados 28 genótipos de soja de ciclo mais tardio com média 126 dias, provenientes do Programa de Melhoramento Genético da Universidade Federal de

Uberlândia (UFU), os quais estavam sendo avaliados em ensaios de VCU (valor de cultivo e uso), por pesquisadores da Universidade Federal do Piauí (UFPI).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com três repetições. A unidade experimental foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m, com 10 plantas por metro linear, perfazendo uma população de 222.222 plantas ha⁻¹. A área útil foi representada pelas duas fileiras centrais de cada parcela, excluindo-se as plantas na extremidade das fileiras a cerca de 50 cm de cada extremidade.

Durante o ciclo da cultura o controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados, mediante incidência, com uso de produtos recomendados para a cultura. Foram avaliados os seguintes caracteres agrônômicos com base na área útil da parcela: a) Altura da planta na floração (APF) - Distância, em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, obtida na época da floração, em 10 plantas da área útil; b) Altura da planta na maturidade (APM) - Distância, em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, obtida na época da maturidade, em 10 plantas da área útil; c) Altura de inserção da primeira vagem (AIV) - Distância, em cm, medida a partir da superfície do solo à inserção da primeira vagem, obtida na época de maturação, em 10 plantas da área útil; d) Produtividade de grãos (PG) - Peso obtido, em quilogramas por hectare, após a secagem dos grãos até, aproximadamente, 13% de umidade; e) Número de nós (NN) - Número de nós, obtido na época da maturação após a colheita, em 10 plantas competitivas da área útil; f) Número de vagens (NV) - Número de vagens, obtida na época de maturação, em 10 plantas competitivas da área útil.

Com base na avaliação do caráter número de dias para a maturidade, o ciclo de todos os genótipos avaliados foi de aproximadamente 126 dias. O rendimento de grãos (peso em kg ha⁻¹, após a correção da umidade para 13%), foi determinado com base na área útil da parcela. As análises estatísticas foram realizadas conforme o modelo matemático expresso na Equação 1.

$$Y_{ij} = \mu + g_i + b_j + \varepsilon_{ij} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: Y_{ijk} = valor da característica do i -ésimo genótipo no j -ésimo bloco; μ = média geral do ensaio; g_i = efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$); b_j = efeito do j -ésimo bloco ($j = 1, 2, \dots, r$); e ε_{ij} = erro aleatório associado ao genótipo i e ao bloco j $\varepsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, s^2)$

Os parâmetros genéticos e seus estimadores foram analisados para cada característica, utilizando-se as seguintes expressões (CRUZ, 2006):

$$\text{Variância fenotípica: } \sigma_F^2 = QMg/r$$

$$\text{Variância ambiental média: } \sigma_A^2 = QMr/r$$

$$\text{Variância genotípica média: } \sigma_G^2 = (QMg - QMr)/r$$

$$\text{Coeficiente de determinação: } R^2 = \sigma_G^2/\sigma_F^2$$

$$\text{Coeficiente de variação genético: } CV_g = 100(\sqrt{\sigma_G^2}/m)$$

$$\text{Coeficiente de variação experimental: } CV_e = 100(\sqrt{QMe}/m)$$

$$\text{Quociente: razão} = CV_g/CV_e$$

r_i : é o número máximo de repetição do i -ésimo genótipo

Nas estimativas das correlações empregaram-se as expressões citadas por (FALCONER, 1987):

$$\text{Correlação fenotípica (rF): } rF_{xy} = \frac{COV_{F(xy)}}{\sqrt{\sigma^2_{Fx} \cdot \sigma^2_{Fy}}}$$

$$\text{Correlação genotípica (rG): } rG_{xy} = \frac{COV_{G(xy)}}{\sqrt{\sigma^2_{Gx} \cdot \sigma^2_{Gy}}}$$

$$\text{Correlação ambiental (rA): } rA = \frac{COV_{E(xy)}}{\sqrt{\sigma^2_{Ax} \cdot \sigma^2_{Ay}}}$$

Em que: r_{xy} correlação entre os caracteres X e Y; COV_{xy} = covariância entre os caracteres X e Y; e σ^2_x e σ^2_y = variância dos caracteres X e Y, respectivamente.

As estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos e fenotípicos foram obtidas utilizando-se o aplicativo computacional GENES (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes realizados por meio da análise de variância evidenciaram variabilidade genética entre os genótipos de soja para todos os caracteres agrônômicos avaliados a 1% de probabilidade (Tabela 1), com grande possibilidade de se obter ganhos genéticos. Os coeficientes de variação

experimental (CVe) para todos os caracteres em estudo apresentaram valores de médio a baixo, com exceção à produtividade de grãos que teve um alto coeficiente de variação experimental entorno de 26,14%. Valores altos para coeficiente de variação desta característica é aceitável nas condições em que foi avaliado por ser quantitativa e bem influenciada pelo ambiente. Estes valores estão em conformidade com os obtidos por (COSTA et al., 2008).

Para obtenção de progresso genético com o processo seletivo em trabalhos de melhoramento genético é de fundamental importância a precisão experimental, principalmente em características como a produtividade de grãos que sofre grande influência ambiental. Na Tabela 2, estão apresentados os resultados das estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos para todas as características avaliadas com os valores máximos e mínimos obtidos por meio do teste de DMS-Tukey (1% e 5%), variâncias fenotípica, genotípica e ambiental, herdabilidade média, coeficiente de variação genética e razão coeficiente de variação genética/coeficiente de variação ambiental.

Tabela 1. Resumo da análise de variância dos caracteres altura de plantas no florescimento (APF) e na maturidade (APM) e inserção da vagem (AIV), produtividade de grãos (PG), número de nós (NN) e número de vagens (NV), dos 28 genótipos de soja tardia, no sul do Piauí.

FV	GL	Quadrado médio					
		APF	APM	AIV	PG	NN	NV
Bloco	2	147,75	199,98	45,88	919545,88	1,36	180,14
Genótipos	27	65,80**	155,47**	8,37**	1369414,05**	5,18**	1057,38**
Resíduo	54	11,99	32,20	2,48	249632,08	0,63	255,93
Média		46,05	54,18	11,09	1910,84	12,48	90,43
CVe (%)		7,52	10,47	14,19	26,14	6,38	17,69

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Parâmetros genéticos para as características avaliadas com os valores de média, mínimos e máximos, DMS-Tukey (1% e 5%), variâncias: fenotípica (σ^2_F), genotípica (σ^2_G) e ambiental (σ^2_A), herdabilidade média (R^2), coeficiente de variação genética (CVg%) e razão CVg/CVe dos 28 genótipos de soja tardia, no sul do Piauí.

Fonte de variação	APF	APM	AIV	PG	NN	NV
Média	46,05	54,18	11,09	1910,84	12,48	90,43
Mínimo	35,6	37,20	6,60	343,76	10,0	57,80
Máximo	58,70	81,20	17,0	3983,33	17,50	153,20
DMS-Tukey (5%)	11,07	18,14	5,03	1597,76	2,54	51,16
DMS-Tukey (1%)	12,65	20,72	5,75	1825,01	2,91	58,43
σ^2_F	21,93	51,82	2,79	456471,35	1,72	352,46
σ^2_A	3,99	10,73	0,82	83210,69	0,211	85,31
σ^2_G	17,94	41,09	1,97	373260,66	1,50	267,15
$R^2\%$	81,80	79,29	70,60	81,77	87,20	75,79
CVg%	9,19	11,83	12,63	31,97	9,87	18,07
CVg/CVe	1,22	1,12	0,89	1,22	1,54	1,02

APF = altura da planta na floração (cm); APM = altura da planta na maturidade (cm); AIV = altura de inserção da vagem (cm); PG = produtividade de grãos (PG) em kg ha⁻¹; NN = número de nós; NV = número de vagens por planta.

Verifica-se a existência de grande variabilidade entre os genótipos para os caracteres avaliados, com grande amplitude para os resultados obtidos (Tabela 2). Os coeficientes de variação genética demonstram a variabilidade genética existente na população para cada caráter, sendo que houve uma amplitude de variação de 9,19% a 31,97, para os caracteres altura da planta na floração e produtividade de grãos, respectivamente. Por tanto o caráter produtividade de grãos entre todos os caracteres estudados é o que mostra maior variabilidade, sendo altamente promissor para a realização da seleção,

conforme (UBI et al., 2007). O coeficiente de variação genético (CVg) é um parâmetro importante que permite inferir sobre a magnitude da variabilidade genética presente na população para todos os caracteres em estudo (FERRÃO et al., 2008).

Os valores do coeficiente CVg/CVe obtido de modo geral, foram altos acima de 1 para todos os caracteres, menos para altura de inserção da vagem, indicando condição favorável para seleção das características de maior interesse agrônômico, conforme (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). De acordo com Cruz et al. (2012) a

razão CVg/CVe, pode ser empregada como índice indicativo do grau de facilidade de seleção de progênies para cada caráter. Os valores estimados em relação a herdabilidade no sentido amplo para todas as características foram altos acima de 70% conforme Bárbaro et al. (2009), variando entre 70,6 a 87,2 para os caracteres altura de inserção da vagem e número de nós respectivamente (Tabela 2). Para o caráter produtividade de grãos, a herdabilidade estimada foi de 81,77%, sendo de modo geral um caráter que geralmente apresenta baixa herdabilidade (20-30%), devido ao comportamento quantitativo, em função de um grande número de loci que o controla, pois grande parte da variância fenotípica é devido as causas ambientais (HAMAWAKI et al., 2012).

De acordo com Costa et al. (2008) foram observados altos valores para herdabilidade, principalmente para os caracteres produtividade de grãos e número de vagens, indicando grande potencial de seleção de progênies de soja. O coeficiente de herdabilidade define a proporção do diferencial de seleção que vai ser transmitido à geração seguinte, possibilitando a seleção de genótipos mais promissores para as características desejadas. Valores altos para coeficiente de herdabilidade e coeficiente de variação genético estão associados a uma maior variabilidade genética, maior acurácia seletiva e possibilidade de selecionar com sucesso linhagens de soja com boas características agrônômicas (STORCK; RIBEIRO, 2011). A correlação entre dois caracteres pode ser de natureza fenotípica, genotípica ou ambiental, sendo que somente as correlações genotípicas que envolvem uma associação de natureza herdável é de maior interesse para o melhoramento (NOGUEIRA et al., 2012). Desta forma, estudo de correlações é fundamental na identificação de caracteres que possam ser utilizados na seleção indireta para a produtividade de grãos.

Na Tabela 3, estão apresentadas as estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (rF), genotípica (rG) e ambiental (rA), entre as características avaliadas. Na interpretação de correlações, três aspectos devem ser considerados: a magnitude, a direção e a significância. Estimativa de coeficiente de correlação positiva indica a tendência de uma variável aumentar quando a outra aumenta, correlações negativas indicam tendência de uma variável aumentar enquanto a outra diminui (NOGUEIRA et al., 2012). As correlações genotípicas foram superiores as suas correspondentes correlações fenotípicas (Tabela 3), constatando maiores contribuições dos fatores genéticos em relação aos fatores ambientais nas correlações entre os caracteres, ou seja, indicando que a expressão fenotípica é diminuída ante as influências do ambiente. Estes resultados são concordantes com os obtidos por (ALMEIDA et al., 2010; NOGUEIRA et al., 2012).

Observa-se coeficientes de correlações fenotípicas e genotípicas positivos e significativas a 1% de probabilidade para altura da planta na maturidade com os caracteres altura da planta na floração, altura de inserção da vagem, número de nós e produtividade de grãos e entre os caracteres altura da planta na floração e altura de inserção da vagem (Tabela 3). Por tanto o caráter altura da planta na maturidade exerceu maior influência sobre a produção final de grãos. Indicando que a seleção de plantas mais altas na maturidade, e consequentemente, com maior número de nós resultariam em plantas mais produtivas,

concordando com (ALCANTARA NETO et al; 2011). Além disso, Almeida et al. (2010), afirma que plantas mais altas na maturidade e, com maior altura de vagens tendem também a ser mais produtivas.

Tabela 3. Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípica (rF), genotípica (rG) e ambiental (rA) entre os caracteres agrônômicos avaliados em 28 genótipos de soja tardia no sul do Piauí.

Variáveis		APM	AIV	PG	NN	NV
APF	rF	0,428*	0,687*	0,045	0,215	0,099
	rG	0,483*	0,877*	0,035	0,237	0,076
	rA	0,200	0,094	0,089	0,099	0,186
APM	rF		0,515*	0,443*	0,427*	0,405
	rG		0,613*	0,457*	0,485*	0,586
	rA		0,228	0,386	0,140	0,219
AIV	rF			0,252	0,103	0,080
	rG			0,326	0,128	0,150
	rA			0,020	0,013	0,110
PG	rF				0,204	0,176
	rG				0,237	0,143
	rA				0,021	0,302
NN	rF					0,540
	rG					0,624
	rA					0,184

APF = altura da planta na floração (cm); APM = altura da planta na maturidade (cm); AIV = altura de inserção da vagem (cm); PG = produtividade de grãos em kg ha⁻¹; NN = número de nós; NV = número de vagens por planta; * Significativo, 5% de probabilidade, pelo teste "t".

Plantas mais alta na floração e consequentemente, com maior altura na maturidade, apresentam também maior altura de inserção da primeira vagem, facilitando o processo de colheita, sendo que para a maioria das condições das lavouras de soja, a altura mais satisfatória está em torno de 15 cm (ALMEIDA et al., 2011). Segundo Carvalho et al. (2010), plantas de soja com altura superior a 100 cm tendem ao acamamento, e dificultam a eficiência das colhedoras e tendem a produzir menos. Podendo ser efetuada uma boa colheita de plantas com altura em torno de 80 cm. Para estas características os valores ideais são semelhantes aos máximos apresentados na (Tabela 2), para todos os genótipos avaliados. As possíveis causas para as correlações genéticas positivas e de alta magnitude, é a ocorrência de pleiotropismo ou desequilíbrio de ligação gênica entre os pares de caracteres, pois favorecem a seleção simultânea de dois ou mais caracteres, pela seleção em apenas um destes (FALCONER, 1987). Por outro lado, a seleção de um caráter pode acarretar uma seleção indesejável de outro. De modo geral as correlações ambientais, para todos os caracteres foram positivas, não significativas e consideradas fracas. As correlações dependem da herdabilidade, de tal modo que se ambos os caracteres correlacionados apresentam herdabilidade baixa, a correlação fenotípica será determinada principalmente pelas correlações ambientais, porém quando se tem herdabilidades altas as correlações genéticas são as mais importantes (FALCONER, 1987).

4. CONCLUSÕES

A população apresenta variabilidade genética e potencial para o melhoramento genético para todas as características avaliadas, e ganho em produtividade de grãos pode ser obtido principalmente para genótipos com maior altura de planta na maturidade.

As correlações genotípicas e fenotípicas de altura da planta na maturidade, com altura da inserção da vagem, número de nós e produtividade de grãos, foram fortes a moderadas, indicando que a seleção para a característica altura da planta na maturidade, influencia diretamente as demais características. Portanto estas correlações são de grande importância e confiável, devido aos altos coeficientes de herdabilidade apresentados para todas as características avaliadas.

5. REFERÊNCIAS

- ALCANTARA NETO, F. et al. Análise de trilha do rendimento de grãos de soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.2, n.2, p.07-112, abr./jun. 2011.
- ALMEIDA, R. D. et al. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.42, n.1, p.108-115, jan./mar. 2011.
- ALMEIDA, R. D. et al. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais em soja cultivada sob condições várzea irrigada, sul do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.1, p.95-99, jan./fev. 2010.
- BÁRBARO, I. M. et al. Variabilidade e correlações entre produtividade de grãos e caracteres agronômicos de soja com aptidão para cultivo em áreas de reforma de canavial. **Científica**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p.136 - 145, jul./dez. 2007.
- BÁRBARO, I. M. et al. Análise genética em populações de soja resistentes ao cancro da haste e destinadas para áreas de reforma de canavieiras. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 5, n. 1, p.08-24, jan./jun. 2009.
- CARVALHO, E. R. et al. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p.892-899, jul./ago. 2010.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira: grãos safra 2013/2014**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_14_35_09_boletim_graos_setembro_2014.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2015.
- CORREA A. M. et al. Estimates of genetic parameters in common bean genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 3, p.223-230, jul./set. 2003.
- COSTA, M. M. et al. Heritability estimation in early generations of two-way crosses in soybean. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p.101-108, jan./mar. 2008.
- CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p.271-276, jul./set. 2013.
- CRUZ, C. D. et al. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. 514p.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes: estatística experimental e matrizes**. Viçosa: UFV, 2006. 285p.
- FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa. Tradução de Silva MA. & Silva JC. Universidade Federal de Viçosa**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1987. 279p.
- FERRÃO, R. G. et al. Parâmetros genéticos em café conilon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 1, p.61-69, jan. 2008.
- HAMAWAKI, O. T. et al. Genetic parameters and variability in soybean genotypes. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 2, p.76-83, abr./jun. 2012.
- NOGUEIRA, A. P. O. et al. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p.877-888, nov./dez. 2012.
- RODRIGUES, J. I. S. et al. Associação de marcadores microsatélites com teores de óleo e proteína em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 3, p.255-262, mar. 2013.
- SILVA, M. A. et al. Análise de trilha para caracteres morfológicos do feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) no cariri paraibano. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 221, p.121-124, mar. 2009.
- STORCK, L.; RIBEIRO, N. D. Valores genéticos de linhas puras de soja preditos com o uso do método de Papadakis. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 4, p.753-758, out./dez. 2011.
- UBI, B. E. et al. Segregation for seed weight, pod lengths and days to flowering following a cowpea cross. **African Crop Science Journal**, Kampala, v. 9, n. 3, p.463-470, ago./set. 2007.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.