

MORFOMETRIA REPRODUTIVA E DIVERSIDADE GENÉTICA EM CULTIVARES DE SOJA

COSTA, Mitchel Iago Alves¹
MELO, Liliane de Andrade²
FERREIRA, Silvana da Costa²
MATSUO, Eder³

Recebido em: 2017.11.22

Aprovado em: 2018.08.06

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.2894

RESUMO: Objetivou-se analisar morfometricamente botões florais e flores de soja com o intuito de identificar variabilidade genética entre cultivares. Utilizou-se sementes de cultivares convencionais de soja e ao florescimento, procedeu-se a coleta de botões florais e flores. Para o botão floral mensurou-se o comprimento (CBF) e largura do botão floral (LBF), comprimento do pistilo (CPBF) e dos estames (CEBF). Para a flor foram obtidas as medidas do comprimento (CF) e largura da flor (LF), comprimento das sépalas (CSF), comprimento do estandarte (CESF) e largura do estandarte (LESF), comprimento do pistilo (CPF) e dos estames (CEM). Considerando o delineamento inteiramente casualizado com 20 repetições e separadamente para botão floral e flor, os dados foram submetidos à análise de variância, teste de Tukey e análise de diversidade genética. Identificou-se efeito significativo para cultivares nas variáveis CBF, LBF, CPBF e CEBF, analisados nos botões florais e a cultivar Conquista destacou-se com maior média. Para a flor, as variáveis CF, LF, CSF, CESF e CPF apresentaram efeito de cultivares significativos, a TMG 801 apresentou-se como a de maior média. As análises de diversidade indicaram a formação de 3 grupos geneticamente distintos. Conclui-se as cultivares de soja diferenciam-se quanto às variáveis do botão floral e da flor e que a variabilidade genética identificada entre as cultivares analisadas por meio de técnicas multivariadas baseadas em morfometria reprodutiva é importante para direcionar futuros trabalhos na área de biologia reprodutiva da soja.

Palavras-Chave: *Glycine max.* Melhoramento. Híbridaçã

REPRODUCTIVE MORPHOMETRY AND GENETIC DIVERSITY IN SOYBEAN CULTIVARS

SUMMARY: The objective was to analyze morphometrically floral buds and flowers in order to identify genetic variability among soybean cultivars. Seeds of conventional soybean cultivars were used. The floral buds and flowers were collected when the plants started to flowering. For the floral buds were measured: length (LFB) and width of floral buds (WFB), length of pistil (LPFB), length of stamens (LSFB). For the flower, were measured: length (LF) and width of flower (WF), length of sepals (LSF), length of stamens (LSF), width of standart (WSF), length of pistil (LPF) and length of stamens (LSF). The data were submitted do analysis of variance, Tukey test and analysis of genetic diversity. Significant effect ware identified for cultivars in variable LFB, WFB, LPFB and LSFB of flower buds and the Conquista cultivar showed highest average. For the flower, the variables LF, WF, LSF, LSF and LPF showed significant effect of cultivar. The TMG 801 cultivar presented the highest average. The analysis of diversity genetic indicated the formation of three genetically distinct groups. We conclude that the soybean cultivars differs in relations of flowers bud and flower variables and the genetic variability identified among cultivars analyzed, in this study through multivariate techniques based on reproductive morphometry, is important to direct future work in the area of soybean reproductive biology.

Keywords: *Glycine max.* Breeding. Hybridization.

INTRODUÇÃO

A soja pertence ao clado das Rosídeas, ordem Fabales, família Leguminosae ou Fabaceae,

¹ Bolsista FAPEMIG. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus de Rio Paranaíba, Universidade Federal de Viçosa

² Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus de Rio Paranaíba, Universidade Federal de Viçosa

³ Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas, Campus de Rio Paranaíba, Universidade Federal de Viçosa.

subfamília Papilionoideae, tribo Phaseolae, gênero *Glycine* L. e espécie *Glycine max* (L.) Merr. (JUDD et al., 2009; SEDIYAMA; SWEARINGIN, 1970; SEDIYAMA et al., 1985).

A cultura da soja, correspondeu, na safra 2017/18, à cerca de 57% da área total semeada com grãos no país (CONAB, 2018). A produtividade é resultado da aplicação de um bom pacote tecnológico, aliado a precipitações e temperaturas favoráveis (CONAB, 2018). Segundo Matsuo et al. (2015) e Oda et al. (2015) o aumento considerável na produção e produtividade de grãos é resultado da atuação persistente dos programas de melhoramento de soja, de várias instituições de pesquisa e universidades brasileiras, dos empresários rurais e dos estudiosos nas diversas áreas correlatas com a tecnologia e produção da cultura.

Os programas de melhoramento genético têm utilizado a hibridação artificial como método de melhoramento com o intuito de desenvolver novos genótipos para posterior lançamento como cultivares superiores (MATSUO et al., 2015). O conhecimento desta técnica torna-se importante dentro do Complexo Soja, pois é com ela que se pode iniciar uma das etapas do melhoramento genético, para alcançar os objetivos pretendidos (MATSUO et al., 2015). Para que ocorra a hibridação é necessária a formação da flor, que tem o seu desenvolvimento iniciado com indução fisiológica, isto é, é induzida somente quando a planta é exposta à condição em que o número de horas de luz (fotoperíodo) é menor ou igual à um fotoperíodo crítico máximo, desde que a planta esteja apta à percepção da variação do comprimento do dia, ou seja, tenha findado o período juvenil (BARROS; SEDIYAMA, 2009).

As atividades de hibridação artificial em soja estão descritas, com detalhes, em Borém et al. (2009) e Sedyama et al. (2005). No entanto, é importante ressaltar que a flor de soja potencial para ser o botão floral feminino ou genitor feminino, na hibridação artificial, é aquela que irá se abrir na manhã seguinte do dia do cruzamento e a identificação da flor potencial para ser utilizada como botão floral masculino (ou genitor masculino ou flor doadora/polinizadora) ocorre na observação do seu estágio de desenvolvimento, sendo ideal que a flor esteja com o estandarte expandido e que tenha aberto no dia da hibridação (BORÉM et al., 2009; SEDIYAMA et al., 2005). O ambiente ideal para efetuar a hibridação artificial em plantas de soja, pode variar dependendo da região e das condições de trabalho que o melhorista possui (SEDIYAMA et al., 2005). Isto é, as condições ambientais podem determinar a hora do dia para a coleta do pólen e a maior e menor eficiência nas hibridações (BORÉM et al., 2009; SEDIYAMA et al., 2005). Na literatura, as informações quanto à identificação do botão floral (genitor feminino) e da flor (genitor masculino) estão restritas à aspectos, condições ambientais e idade.

Tem sido identificada a existência de variabilidade genética entre cultivares de soja para diversos caracteres, podendo citar algumas como: massa da planta, massa das vagens/planta, massa da parte aérea da planta, massa total de sementes/planta, número de vagens por planta, número de sementes/planta, número de sementes/vagem, produção de sementes/vaso e índice de colheita/planta (TANCREDI et al., 2004), número de dias para floração e para a maturação (TANCREDI et al., 2006), comprimento do hipocótilo, do epicótilo, largura do hilo, comprimento do hilo e altura da planta (SILVA, 2013) e produtividade da planta em campo (VASCONCELOS et al., 2015).

Neste contexto, realizar estudo morfométrico em botões florais e flores de soja com o intuito de identificar variabilidade genética entre cultivares torna-se importante para o melhoramento genético. Isto porque, caso esta variabilidade seja identificada, futuros trabalhos poderão ser realizados com o intuito de identificar potenciais incrementos de melhoria no processo de hibridação artificial em soja. Desta forma, objetivou-se analisar morfometricamente botões florais e flores de soja com o intuito de identificar variabilidade genética entre cultivares.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na área experimental da Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba, Rio Paranaíba, latitude 19°12'51"S, longitude 46°13'58"W, e altitude 1.133 m, Minas Gerais. Considerou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos (cultivares convencionais: TMG 801, BRSMG 810C, CD 202, MG/BR 46 (Conquista), CD 201 e BRSGO 8660) em 20 repetições. Cada unidade experimental foi constituída pela medida obtida em um botão floral ou flor de soja.

A semeadura foi realizada a três centímetros de profundidade em substrato acondicionado em vasos de 15 dm³ e em cada vaso foram mantidas seis plantas, em abril de 2016. Ao iniciar o florescimento, estágio de desenvolvimento R1 proposto por Fehr; Caviness (1977), procedeu-se a coleta dos botões florais e flores, conforme aspecto visual detalhado por Borém et al. (2009) e Sediya et al. (2005). Os botões florais e flores coletados foram armazenados em álcool 70%. As análises morfométricas foram realizadas no Laboratório de Sistemática Vegetal da UFV – Campus Rio Paranaíba utilizando-se microscópio estereoscópico, placa de petri e papel milimetrado.

Para o botão floral (genitor feminino) foram obtidas as medidas de: comprimento e largura do botão floral, comprimento do pistilo e dos estames. Para a flor (genitor masculino) foram obtidas as medidas de: comprimento e largura da flor, comprimento e larguras das sépalas e das pétalas, comprimento do pistilo e dos estames.

Separadamente para botão floral e flor, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, para as variáveis que apresentaram-se significativas pelo teste F ($\alpha = 0,05$), foi obtido o coeficiente de determinação genotípico (Quando os tratamentos são considerados fixos, a herdabilidade é denominada coeficiente de determinação genotípica) (H^2) e as médias das cultivares foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Adicionalmente, foi realizada a análise de diversidade genética por meio da análise gráfica segundo variáveis canônicas e o agrupamento das cultivares pelo método de otimização de Tocher, considerando a matriz de dissimilaridade estimada por meio da distância generalizada de Mahalanobis. Nesta análise, foram utilizadas as variáveis que apresentaram efeito significativo na análise de variância e a matriz de correlação foi submetida ao diagnóstico de multicolinearidade, sendo que o resultado analisado de acordo com a tabela de classificação de Montgomery; Peck (1981), considerando informações de Número de Condições. A contribuição relativa dos caracteres para a diversidade foi avaliada utilizando o critério de Singh (1981), baseado na matriz de Mahalanobis. As análises foram realizadas no Programa Genes (CRUZ, 2013).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Para os botões florais foi identificado efeito significativo para comprimento (CBF), largura (LBF), comprimento do pistilo (CPBF) e comprimento dos estames (CEBF) com valores de coeficientes de variação iguais a 9,9%, 13,3%, 10,7% e 12,4% para CBF, LBF, CPBF e CEBF, respectivamente. Para esses caracteres, as estimativas do coeficiente de determinação genotípico (H^2) foram, respectivamente, igual a 97,7%, 94,6%, 47,0% e 94,7% (Tabela 1).

A cultivar MG/BR 46 (Conquista) apresentou maior comprimento do botão floral (CBF) entre as cultivares analisadas, demonstrando possuir, o botão floral de maior magnitude. Enquanto que, a cultivar CD 202 apresentou-se o botão floral de menor magnitude (Tabela 1).

Tabela 1. Médias do comprimento do botão floral (CBF), largura do botão floral (LBF), comprimento do pistilo do botão floral (CPBF) e dos estames do botão floral (CEBF) analisados em botões florais de seis cultivares de soja e estimativas de coeficientes de variação experimental ($CV_{\%}$) e de determinação genotípico (H^2), Rio Paranaíba – MG¹

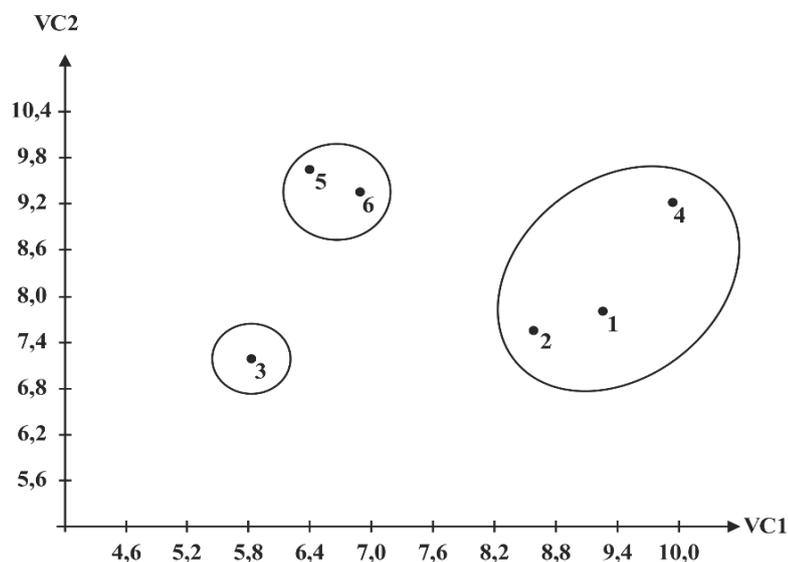
Cultivares	CBF		LBF		CPBF		CEBF	
BRSMG 810C	5,41	c	2,62	ab	2,12	b	1,87	b
BRSGO 8660	5,31	c	2,09	d	2,34	a	2,29	a
CD 201	5,12	c	2,24	cd	2,36	a	2,46	a
CD 202	4,18	d	2,13	d	1,81	c	1,90	b
MG/BR 46 (Conquista)	6,55	a	2,84	a	2,40	a	2,30	a
TMG 801	5,95	b	2,46	bc	2,05	b	1,91	b
$CV_{\%}$	9,9		13,3		10,7		12,4	
$H^2_{(\%)}$	97,7		94,6		47,0		94,7	

¹Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna não se diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Pela análise de multicolinearidade pôde-se classificar a multicolinearidade como fraca (Número de Condições = 47,4) (MONTGOMERY; PECK, 1981). Os dois primeiros autovalores explicaram pelo menos 91% da variação total, demonstrando que o gráfico bi-dimensional é adequado (CRUZ et al., 2011). Desta forma, pelo método das variáveis canônicas e agrupamento das cultivares pelo método de otimização de Tocher, observou-se formação de três grupos (Grupo I: TMG 801, BRSMG 810C e MG/BR 46 (Conquista); Grupo II: CD 201 e BRSGO 8660; e Grupo III: CD 202) (Figura 1).

Utilizando o critério de Singh (1981) as estimativas para contribuição relativa de cada variável, do botão floral, para a diversidade genética foram: CBF (52,83%), LBF (16,99%), CPBF (11,24%) e CEBF (18,94%).

Figura 1. Dispersão gráfica de seis cultivares de soja (1-TMG 801, 2-BRSMG 810C, 3-CD 202, 4-MG/BR 46 (Conquista), 5-CD 201 e 6-BRSGO 8660) com base nas duas primeiras variáveis canônicas (VC1 e VC2) obtidas por meio da análise de quatro variáveis do botão floral (CBF, LBF, CPBF e CEBF). As cultivares foram agrupadas pelo método de otimização de Tocher, Rio Paranaíba – MG.



Para os caracteres analisadas na flor observou-se que o comprimento da flor (CF), largura da flor (LF), comprimento das sépalas (CSF), comprimento do estandarte (CETF) e comprimento do pistilo da flor (CPF) apresentaram efeito de cultivares significativo com coeficientes de variação iguais a 8,1%, 11,9%, 11,6%, 7,1% e 8,7%, respectivamente. Os valores do coeficiente de determinação genotípico (H^2) foram: CF (87,4%), LF (91,1%), CSF (96,3%), CETF (69,2%) e CPF (56,6%) (Tabela 2).

Para o CF a cultivar TMG 801 apresentou maior média em relação aos demais, enquanto que, para LF as maiores médias foram obtidas nas cultivares TMG 801, CD 202, CD 201 e BRSGO 8660. No CSF as maiores médias foram obtidas nas cultivares TMG 801, BRSMG 810C, Conquista e BRSGO 8660, enquanto que a intermediária e menor média foi observada, respectivamente, em CD 201 e CD 202. Para CETF as cultivares que apresentaram médias distintas foram BRSGO 8660 e MG/BR 46 (Conquista) e para CPF a BRSGO 8660 diferiu-se apenas da CD 201 (Tabela 2).

Tabela 2. Médias do comprimento do comprimento da flor (CF), largura da flor (LF), comprimento das sépalas (CS), comprimento do estandarte (CET) e comprimento do pistilo da flor (CPF) analisados em flores de seis cultivares de soja e estimativas de coeficientes de variação experimental ($CV_{\%}$) e de determinação genotípico (H^2), Rio Paranaíba – MG¹

Cultivares	CF	LF	CS	CET	CPF
BRSMG 810C	7,91 b	4,95 bc	5,52 a	6,87 ab	3,55 ab
BRSGO 8660	8,17 b	5,40 ab	5,50 a	7,32 a	3,71 a
CD 201	7,85 b	5,67 a	4,66 b	7,05 ab	3,41 b
CD 202	7,84 b	5,79 a	4,10 c	6,96 ab	3,58 ab
MG/BR 46 (Conquista)	7,80 b	4,59 c	6,04 a	6,73 b	3,56 ab
TMG 801	8,88 a	5,67 a	5,56 a	7,09 ab	3,45 ab
$CV_{\%}$	8,1	11,9	11,6	7,1	8,7
H^2	87,4	91,1	96,3	69,2	56,6

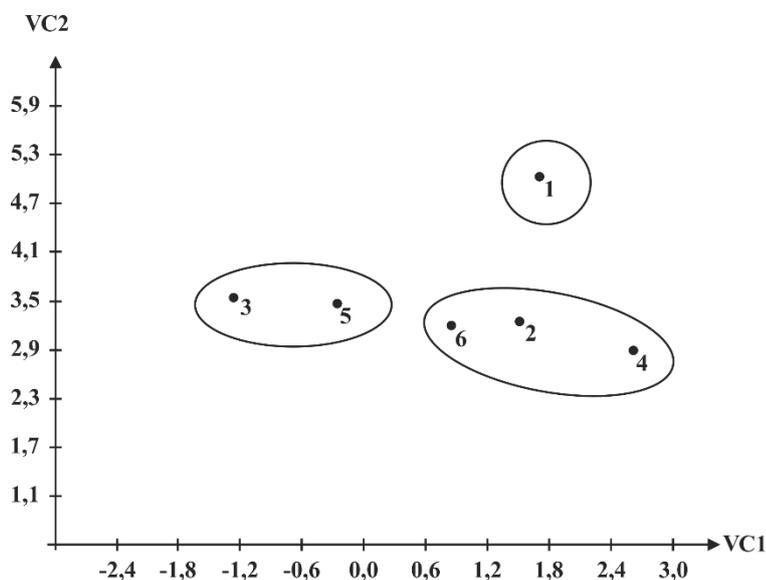
¹Médias seguidas com a mesma letra minúscula na coluna não se diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey à 5% de probabilidade.

O resultado da análise de multicolinearidade da matriz de correlação obtida com cinco variáveis analisadas demonstrou multicolinearidade severa (Número de Condições = 1.158,9), de acordo com Montgomery; Peck (1981). Diante disto, foi retirada a variável largura da flor. O resultado da análise de multicolinearidade com as variáveis (CF, CSF, CETF e CPF) indicou multicolinearidade fraca (Número de Condições = 8,3).

Os dois primeiros autovalores explicaram pelo menos 91% da variação total, demonstrando que o gráfico bi-dimensional é adequado (CRUZ et al., 2011). Desta forma, pelo método das variáveis canônicas e agrupamento das cultivares pelo método de otimização de Tocher, observou-se formação de três grupos (Grupo I: BRSMG 810C, MG/BR 46 (Conquista) e BRSGO 8660; Grupo II: CD 202 e CD 201; e Grupo III: TMG 801) (Figura 2).

As estimativas para contribuição relativas de cada variável, da flor, para a diversidade genética, conforme Singh (1981) foram: CF (21,29%), CSF (65,44%), CETF (8,93%) e CPF (4,32%).

Figura 2. Dispersão gráfica de seis cultivares de soja (1-TMG 801, 2-BRSMG 810C, 3-CD 202, 4-Conquista, 5-CD 201 e 6-BRSGO 8660) com base nas duas primeiras variáveis canônicas (VC1 e VC2) obtidas por meio da análise de quatro variáveis da flor (CF, CS, CETF e CPF). As cultivares foram agrupadas pelo método de otimização de Tocher, Rio Paranaíba – MG.



O efeito significativo, na análise de variância, indicou que existe variabilidade genética entre as cultivares analisadas e os valores de coeficiente de variação obtidos podem indicar precisão experimental aceitável.

A magnitude das estimativas do coeficiente de determinação genotípico (H^2) variou de 47,0% a 97,7% para as variáveis obtidas no botão floral e de 56,6% a 96,3% para as variáveis obtidas na flor de soja. O H^2 é uma medida análoga à herdabilidade, que expressa a proporção da variância fenotípica devida à variabilidade genética entre as média dos tratamentos (CRUZ, 2005).

Para as variáveis analisadas neste manuscrito, não foram encontrados na literatura manuscritos para comparação das estimativas do coeficiente de determinação genotípico. Para isto, foram considerados trabalhos com outras variáveis da soja. Yokomizo; Vello (2000) reportaram que 95,55% de H^2 para peso de cem sementes, 93,92% para altura da planta na maturidade, 91,37% para nota de valor agrônomo, 91,18% para nota de largura visual das vagens e 90,51% para número de dias para a maturidade são indicativos de que estes caracteres são os menos influenciados pelo ambiente, podendo ser selecionados em gerações mais precoces, isto é, altamente herdável para o grupo de genótipos avaliados.

Nogueira et al. (2008) ao obter valores de H^2 entre 71,09 e 98,19% verificaram grande influência genética para a maioria dos caracteres nas diferentes épocas, evidenciando, portanto, pouco efeito ambiental sobre os caracteres em questão. Matsuo et al. (2012a) reportaram que para comprimento do hipocótilo e do epicótilo de plantas de soja as magnitudes de estimativas de H^2 foram maiores que 82% para hipocótilo e maiores que 98% para epicótilo, que caracterizou, de acordo com os autores, influência dos componentes genéticos na expressão fenotípica dos caracteres. Santos et al. (2016) reportou magnitude de H^2 variando de 71,6 à 93,9%, o que, de acordo com os autores as variáveis apresentam grande influência genética e pouco efeito ambiental. Chaves et al. (2017) analisou o comprimento do hipocótilo, do epicótilo, do pecíolo da folha unifoliolada, do pecíolo da primeira folha trifoliolada e da raqui do folíolo terminal da primeira folha trifoliolada, identificou estimativas de H^2 superiores à 70% e indicou alta influência genética na expressão fenotípica destas variáveis. Santos et al. (2018) em um

estudo com cultivares de soja, realizado em Brasília, mostram que há ganhos genéticos quando os valores de H^2 são superiores a 93% para as variáveis número de dias para maturação e altura de plantas.

Desta forma, para os caracteres do botão floral (comprimento, largura e comprimento dos estames) e da flor (comprimento, largura e comprimento das sépalas), também, pode-se inferir grande influência genética na variação entre as médias das cultivares.

Utilizando a técnica de análise de diversidade genética por meio da análise gráfica segundo variáveis canônicas e o agrupamento das cultivares pelo método de otimização de Tocher, considerando a matriz de dissimilaridade estimada por meio da distância generalizada de Mahalanobis, Matsuo et al. (2012b) identificaram diversidade genética entre diferenciadoras de nematoide-de-cisto-da-soja (*Heterodera glycine* Ichinohe). Em estudo de divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada, Santos et al. (2011) verificaram divergência genética entre os genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada no Estado do Tocantins. Val et al. (2014) analisaram 27 linhagens na geração F7-F8 e 3 testemunhas (CD 219, CD 216 e MG/BR 46 (Conquista)) e reportaram a presença de variabilidade genética entre os genótipos avaliados, pelo método de agrupamento UPGMA. E, Silva et al. (2015) reportaram que tanto os dados fenotípicos quanto os moleculares revelam-se ferramentas informativas para caracterizar a diversidade existente entre cultivares de soja. Desta forma, com as técnicas multivariadas utilizadas permite-se afirmar que existe variabilidade genética para o grupo de cultivares analisadas.

A magnitude das estimativas de contribuições relativas, pelo método de Singh (1981) variou de 11,24% a 52,83% para as variáveis obtidas no botão floral e de 4,32% a 65,44% para as variáveis obtidas na flor de soja. Diante disto, recomenda a eliminação da variável comprimento do pistilo, tanto da análise do botão floral quanto da flor, por apresentar menor contribuição para a diversidade genética.

CONCLUSÃO

As cultivares de soja diferenciam-se quanto às variáveis do botão floral e da flor.

A variabilidade genética identificada, entre as cultivares analisadas por meio de técnicas multivariadas baseadas em morfometria reprodutiva, é importante para direcionar futuros trabalhos na área de biologia reprodutiva da soja.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T. Luz, Umidade e Temperatura. In: SEDIYAMA, T. (ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009, p. 17-27.

BORÉM, A.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. Hibridação em soja. In: BORÉM, A. (ed.) **Hibridação artificial de plantas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2009, p. 514-536.

CHAVES, M.V.A.et al. Genotype x environment interaction and stability of soybean cultivars for vegetative-stage characters. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, gmr16039795, 2017. DOI: <<http://dx.doi.org/10.4238/gmr16039795>>

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. 2018. **Acompanhamento de safra – grãos** – Safra 2017/18, v. 5, n. 9, Nono levantamento, Brasília, p. 1-178, jun. 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/20506_1c03441a409f4da0898945639948a853>

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>

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

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Iowa State University. 12p. 1977. (Special Report, 80)

JUDD, W.S.et al. **Sistemática vegetal, um enfoque filogenético**. 3. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009, 632p.

MATSUO, É.et al. Estimates of the genetic parameters, optimum sample size and conversion of quantitative data in multiple categories for soybean genotypes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 3, p. 265-273, 2012a. DOI: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v34i3.14015>>

MATSUO, É.et al. Hibridação. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Melhoramento genético da soja**. Londrina: Mecenas, 2015, p. 57-72.

MATSUO, É.et al. Avaliação de genótipos de soja em relação ao nematoide de cisto. **Bragantia**, v. 71, n. 2, p. 173-181, 2012b. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052012005000016>>

MONTGOMERY, D.C.; PECK, E.A. **Introduction do linear regression analysis**. New York: John Wiley & Sons, 1981, 504p.

NOGUEIRA, A.P.O.et al. Novas características para diferenciação de cultivares de soja pela análise discriminante. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2427-2433, 2008. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008005000025>>

ODA, M.C.et al. Phenotypic and molecular traits diversity in soybean launched in forty years of genetic breeding. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 1-9, 2015. Disponível em: <<http://asbjournal.com/latest-articles/download/32.html>>

SANTOS, E.R.et al. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, v.58, n.6, p.755-764, 2011. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2011000600012>>

SANTOS, E.R.et al. Estimativa de parâmetros de variação genética em progênes F² de soja e genitores com presença e ausência de lipoxigenases. **Nucleus**, v.15, n.1, p. 61-70 2018. DOI: <<http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.2169>>

SEDIYAMA, T.et al. **Cultura da soja - Parte I**. Viçosa: UFV, 1985, 96p.

SEDIYAMA, T.; SWEARINGIN, M.L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1970, 77p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da Soja. In: BORÉM, A. (ed.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2005, p. 551-603.

SILVA, A.F.et al. Phenotypic and molecular diversity among soybean cultivars as a function of growing season. **Agronomy Science and Biotechnology**, v. 1, n. 2, p. 52-61, 2015. Disponível em: <<http://asbjournal.com/latest-articles/download/45.html>>

SILVA, F.C.S. **Influência do tamanho de sementes e de características agronômicas em descritores adicionais de soja**. 46p. 2013. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa.

SILVA, F.C.S.et al. Identification of new descriptors for differentiation of soybean genotypes by Gower algorithm. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 11, p. 961-966, 2016. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/32C826957607>>

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981. Disponível em: <<http://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:ijgpb&volume=41&issue=2&article=010>>

TANCREDI, F.D.et al. Efeito da remoção do meristema apical no crescimento e desenvolvimento de plantas de soja em condições de casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v. 22, n. 2, p. 53-60, 2006. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/download/6716/4427>>

TANCREDI, F.D.et al. Influência da remoção do meristema apical sobre os componentes de produtividade em populações de plantas de soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 26, n. 1, p. 113-119, 2004.DOI: <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v26i1.1968>>

VAL, B.H.P.et al. Diversidade genética de genótipos de soja por meio de caracteres agromorfológicos. **Ciência & Tecnologia: FATEC-JB**, v. 6, n. 1, p. 72-83, 2014. Disponível em: <<http://www.citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/download/385/pdf>>

VASCONCELOS, E.S.et al. Produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja de ciclos precoce e médio. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1203-1214, 2015. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/viewFile/12818/16333>>

YOKOMIZO, G.K.I.; VELLO, N.A. Coeficiente de determinação genotípica e de diversidade genética em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2223-2228, 2000.

DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000001100014>>