

Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins¹

Genetic divergence among soybean cultivars, under irrigated conditions, in south Tocantins State

Ricardo Dias de Almeida², Joênes Mucci Peluzio^{3*} e Flávio Sérgio Afférr⁴

Resumo - Avalia a divergência genética entre doze cultivares de soja sob condições de várzea irrigada, no Sul do Estado do Tocantins, na Companhia Brasileira de Agropecuária (Cobrape), em Formoso do Araguaia, na entressafra 2005. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com doze tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares DM Vitória, MG/BR 46 (Conquista), Suprema, BRS Pintado, DM 247, BRS/MG 68, BRS/MG Liderança, BRS/MG Segurança, DM 339, BRS/MG Garantia, A 7002 e DM 309. Os caracteres estudados foram: produção de grãos, número de sementes/vagem, peso de cem sementes, número de vagens/planta, número de dias para o florescimento, número de dias para maturação, altura das plantas e altura de inserção da primeira vagem. A divergência genética foi avaliada por procedimentos multivariados: distância generalizada de Mahalanobis, método de agrupamento de otimização de Tocher e método do vizinho mais próximo. Os métodos de otimização de Tocher e vizinho mais próximo foram concordantes entre si. As características número de dias para a maturidade (39,49%), peso de cem sementes (26,56%) e número de dias para florescimento (13,59%) foram as que mais contribuíram para a dissimilaridade genética. A presença de variabilidade genética permitiu a identificação de cultivares dissimilares e com média elevada para os caracteres estudados. As hibridações BRS/MG Garantia x DM 339 e BRS/MG Garantia x MG/BR 46 (Conquista) são promissoras para obtenção de populações segregantes com variabilidade superior.

Palavras-chave - *Glycine Max*. Variabilidade. Seleção. Melhoramento genético.

Abstract - The aim of this work was to evaluate the genetic divergence among twelve soybean cultivars under irrigated lowland conditions in south Tocantins State, Brazil, in the Companhia Brasileira de Agropecuária (COBRAPE), at Formoso do Araguaia, TO, in the inter-cropping 2005. The experimental design employed was randomized blocks with twelve treatments and tree replications. The treatments consisted on the following cultivars: DM Vitória, MG/BR 46 (Conquista), Suprema, BRS Pintado, DM 247, BRS/MG 68, BRS/MG Liderança, BRS MG Segurança, DM 339, BRS/MG Garantia, A 7002, and DM 309. The following characteristics were evaluated: grain yield, weight of hundred seeds, number of seeds per pod, number of pods per plant, number of days for flowering; number of days for maturation, plant height and height insertion of the primary pod. Genetic divergence was evaluated by multivariate procedures: generalized Mahalanobis distance, Tocher's agglomerative method of Tocher and nearest neighbor. The Tocher's method and nearest neighbor agreed among themselves. Number of days for the maturation (39.49%), weigh of hundred seeds (26.56%) and number of days for flowering (13.59%) were the traits that most contributed to the genetic dissimilarity. The presence of genetic variability allowed the identification of dissimilar cultivars with high average for the traits studied. BRS/MG Garantia x DM 339 and BRS/MG Garantia x MG/BR 46 (Conquista) hybridizations are promising for obtaining segregate populations with higher variability.

Key words - *Glycine Max*. Variability. Selection. Genetic improvement.

* Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 12/05/2010; aprovado em 10/11/2010

Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor apresentada na Fundação Universidade Federal do Tocantins-UFT

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, Brasil, diasrda@mail.uft.edu.br

³Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO, Brasil, joenesp@mail.uft.edu.br

⁴Universidade Federal do Tocantins, Gurupi-TO, Brasil, flavio@uft.edu.br

Introdução

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], considerada uma das mais importantes leguminosas, originada de clima temperado, possui ampla adaptação aos climas subtropicais e tropicais e, em função dos teores elevados de proteína (40%) e óleo (20%) e de sua produtividade de grãos, apresenta grande importância econômica (BONATO et al., 2000; SEDIYAMA et al., 2005).

No Estado do Tocantins, a soja é a terceira cultura em termos de participação no valor bruto da produção, sendo cultivada no período de entressafra (maio-junho), em condições de várzea irrigada, sob regime de sub-irrigação (elevação do lençol freático), principalmente em Formoso do Araguaia, e no período de safra (novembro-dezembro), em condições de terras altas. Na entressafra, a ausência de chuvas, aliada à baixa umidade relativa do ar e à baixa temperatura noturna, tem possibilitado a obtenção de sementes de boa qualidade. Assim, a produção de soja, nesse período, tem-se tornado altamente atrativa para os produtores, em virtude de o preço da soja, comercializada na forma de sementes, ser compensador (PELUZIO et al., 2005). Entretanto, apesar da pouca disponibilidade de cultivares adaptadas ao cultivo nesta condição, nenhum estudo até o presente momento foi realizado visando quantificar a divergência fenotípica para fins de melhoramento genético.

De acordo com Costa et al. (2004), os programas de melhoramento genético da cultura são essenciais para atender à crescente demanda por maiores produções, possibilitando aumento de variabilidade e, conseqüentemente, a ampliação da base genética e a seleção dos melhores genótipos de uma população capazes de superar os patamares de produtividade de grãos.

O sucesso de um programa de melhoramento reside na existência de variabilidade na produção de trabalho. Neste sentido, melhoristas têm recomendado, para a formação de população-base, o inter cruzamento entre cultivares superiores e divergentes, resultando em combinações híbridas de maior heterozigose, de modo que nas gerações segregantes haja maior possibilidade de obtenção de genótipos superiores (CRUZ, 2007).

No estudo da diversidade genética de uma população ou indivíduos, são utilizados caracteres agronômicos, morfológicos e moleculares que, por sua vez, são submetidos às técnicas biométricas multivariadas, permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres e resultando em maior oportunidade na escolha de progenitores divergentes em programas de melhoramento (CEOLIN et al., 2007; CRUZ; REGAZZI, 2004; MACHADO et al., 2002; RODRIGUES et al., 2002; SANTOS, 2005).

Entre as técnicas estatísticas multivariadas, encontram-se os métodos aglomerativos de Tocher e o hierárquico do vizinho mais próximo (CRUZ; REGAZZI, 2004). Muitos trabalhos de melhoramento vegetal vêm empregando técnicas multivariadas no estudo de divergência genética, como o de (FERRÃO et al., 2002, em feijão; MIRANDA, 1998, em soja).

O presente trabalho envolvendo cultivares de soja, cultivados sob condições de várzea irrigada no Estado do Tocantins, foi realizado com os seguintes objetivos: 1) quantificar a variabilidade genética; 2) promover o agrupamento dos cultivares em função da dissimilaridade genética; 3) indicar a contribuição relativa dos caracteres avaliados para a dissimilaridade genética e; 4) identificar as combinações mais promissoras para produzir recombinções superiores.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido na Companhia Brasileira de Agropecuária (Cobrape), em Formoso do Araguaia, na entressafra 2005, em condições de várzea irrigada, em solo do tipo Gley Pouco-Húmico (170 m de altitude, 11°45' S e 49°04' W). Sob sistema convencional de manejo, a adubação foi realizada segundo as exigências da cultura, após prévia análise do solo (TAB. 1).

Tabela 1 - Características químicas do solo, amostrado à profundidade de 0 a 20 cm, no município de Formoso do Araguaia-TO (COBRAPE)

Característica	Valor
Al ⁺⁺⁺ (cmol _c dm ⁻³ de solo) ^{1/}	0,0
Ca ⁺⁺ (cmol _c dm ⁻³ de solo) ^{1/}	8,1
Mg ⁺⁺ (cmol _c dm ⁻³ de solo) ^{1/}	3,6
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³ de solo) ^{2/}	0,46
P (mg dm ⁻³) ^{2/}	23,7
pH (H ₂ O)	5,6

^{1/}Extrator KCL 1N 1:10; ^{2/}Extrator Mehlich 1:10

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com doze tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas cultivares DM Vitória, Conquista, Suprema, BRS Pintado, DM 247, BRS/MG 68, BRS/MG Liderança, BRS/MG Segurança, DM 339, BRS/MG Garantia, A 7002 e DM 309, tradicionalmente cultivadas no período de entressafra visando à produção de sementes.

A parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas por 0,45 m. Na colheita, foram desprezados 0,50 m da extremidade de cada fileira central. A área útil da parcela foi representada pelas duas fileiras centrais que constitui 3,6 m².

Foram realizadas as operações de aração, gradagem e sulcamento. No momento do plantio foi realizado o tratamento das sementes com fungicida, seguido de inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*.

A densidade de semeadura foi realizada com intuito de se obter de 10 a 16 plantas por metro linear, em função da cultivar estudada. O controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi realizado à medida que se fizeram necessários.

As plantas, de cada parcela experimental foram colhidas uma semana após terem apresentado 95% das vagens maduras, ou seja, no estágio R₈ da escala de Fehr et al., 1971. Após a colheita, as plantas foram trilhadas e as sementes então pesadas, depois de secas (12% de umidade) e limpas, para a determinação dos rendimentos das sementes.

Com base na área útil da parcela, foram obtidos os seguintes caracteres agrônômicos das plantas: a) Número de dias para o florescimento (NDF) - número de dias contados, a partir da emergência, até que ocorresse uma flor aberta na haste principal em 50% das plantas da parcela; b) Número de dias para a maturação (NDM) - número de dias contados, a partir da emergência, até que as plantas apresentassem 95% das vagens maduras; c) Altura da inserção da primeira vagem (A1V) - Distância, em cm, medida a partir da superfície do solo à primeira vagem, obtida na época de maturação, em 10 plantas da área útil; d) Altura das plantas (AP) - Distância, em cm, medida a partir da superfície do solo até a extremidade da haste principal da planta, obtida na época da maturação, em 10 plantas da área útil; e) Número de vagens por planta (NVP): número de vagens, obtida na época de maturação, em 10 plantas competitivas da área útil; f) Número de sementes por vagem (NSV): número de sementes, obtida na época da maturação, em 10 plantas competitivas da área útil; g) Peso de cem sementes (PCS): peso, em gramas por sementes, obtidos de uma amostra de cem sementes por parcela; h) Produção (kg ha⁻¹): avaliada em gramas, baseada no total de sementes de cada planta da parcela, após a secagem das sementes até, aproximadamente 12% de umidade e, posteriormente, convertida em kg ha⁻¹.

Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de variância para averiguação da variabilidade genética. Em seguida, foi realizada análise de variância dos

caracteres e, em seguida, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

As medidas de dissimilaridade foram determinadas segundo o modelo de análise multivariada, o que permitiu a obtenção da matriz de dissimilaridade, da matriz de covariância residual e das médias dos cultivares.

Posteriormente, foram aplicados os métodos de agrupamento de Tocher (RAO, 1952) e vizinho mais próximo (CRUZ; REGAZZI, 2004; JOHNSON; WICHERN, 1992), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis (D²), como medida de dissimilaridade. Utilizou-se, também, o critério de (SINGH, 1981) para quantificar a contribuição relativa dessas características para a divergência genética. As análises foram realizadas utilizando o programa Computacional Genes, versão 2007 (CRUZ, 2007).

Resultados e discussão

O resumo da análise de variância para os oito caracteres avaliados encontra-se na Tabela 2. Os resultados demonstraram a existência de diferenças significativas entre as médias das cultivares para todos os caracteres, exceto número de sementes por vagem, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, indicando a existência de variabilidade genética e, conseqüentemente, a possibilidade de se obter ganhos genéticos para os caracteres em avaliação. O coeficiente de variação oscilou entre 2,26 e 17,47%, indicando boa precisão do experimento.

Na Tabela 3, observaram-se as médias dos progenitores para as características relacionadas, ao ciclo da cultura e à produção. A cultivar BRS/MG Garantia apresentou florescimento mais tardio (41,7 dias), sem, contudo, diferir estatisticamente das cultivares BRS/MG Liderança (40,7), BRS/MG Segurança (40,3) e Conquista (40,0). As cultivares Suprema (38 dias), DM 309 (38 dias), BRS/MG 68 (37), DM Vitória (35,7) e DM 247 (35,7) foram as mais precoces. A cultivar BRS/MG Garantia, embora tenha revelado NDF estatisticamente igual à BRS/MG Liderança, apresentou-se mais tardia em quinze dias. Por outro lado, DM 247 apesar de não ter mostrado diferença estatística quanto ao ciclo em relação à BRS/MG Segurança, floresceu cinco dias mais tarde.

Quanto ao número de dias para maturação, BRS/MG Garantia foi a mais tardia (106 dias), seguida das cultivares DM 339 (96 dias), DM 309 (96,3 dias), A 7002 (95,3 dias), BRS Pintado (95 dias), DM Vitória (94,3 dias) e Suprema (93,7 dias), que não apresentaram diferenças estatísticas entre si. BRS/MG 68 (83 dias) apresentou o menor ciclo, seguido das cultivares BRS/MG Segurança (89 dias) e DM 247 (89,7 dias).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância univariada de oito caracteres agronômicos avaliados em doze cultivares de soja em Formoso do Araguaia-TO, 2005

QUADRADOS MÉDIOS									
FV	GL	NDF	NDM	A1V	AP	NVP	NSV	PCS	PROD
BLOCOS	2	0,77	9,25	19,0	39,36	15,24	0,040	0,33	5320,19
CULTIVARES	11	11,90*	93,21*	15,34*	172,92*	99,94*	0,034	18,40*	39763,96*
RESÍDUOS	22	0,960	4,462	6,72	48,54	33,43	0,014	0,79	8387,22
MÉDIA		38,69	93,33	17,91	68,44	33,09	2,13	13,08	2656,69
CV (%)		2,53	2,26	14,47	10,17	17,47	5,67	6,80	12,40

ns: não significativo; *: significativo a 5% de significância pelo teste F; NDF: número de dias para o florescimento; NDM: Número de dias para a maturação; AV: Altura da inserção da primeira vagem; AP: Altura das plantas; NVP: Número de vagens por plantas; NSV: Número de sementes por vagem; PCS: Peso de 100 sementes; PRO: Produção por hectare

Tabela 3 - Médias de oito caracteres avaliados em doze cultivares de soja em Formoso do Araguaia-TO, 2005

Cultivares	NDF	NDM	A1V	AP	NVP	NSV	PCS	PROD
BRS/MG Liderança	40,67ab	90,33de	20,33ab	62,67e	30,97d	2,10	13,30b	3212a
BRS/MG Segurança	40,67ab	89,00e	21,67a	61,00e	28,90de	2,21	13,27b	3140b
BRS/MG Garantia	41,67a	106,00a	20,00ab	71,67bc	31,67d	1,93	20,38a	3017c
BRS Pintado	38,67bc	95,00bc	18,33bcde	71,00bcd	27,10ef	1,98	14,20b	2852d
A 7002	38,00bd	95,33b	16,67cde	79,00a	44,67a	2,17	11,33b	2798e
DM 309	38,00bcd	96,33b	16,67cde	69,00cd	36,20c	2,02	12,40b	2757f
Conquista	40,00ab	92,33cd	18,67bcd	73,33b	29,47de	2,25	11,56b	2727g
DM 339	40,33ab	96,00b	15,67ef	77,33a	41,37b	2,23	12,74b	2613h
Suprema	38,00bcd	93,67bc	18,33bcde	73,00b	37,93c	2,24	13,00b	2564i
BRS/MG 68	37,00cd	83,00f	19,00abc	68,33d	25,83f	2,07	11,34b	2221j
DM Vitória	35,67d	94,33bc	13,67f	52,33f	31,47d	2,11	11,53b	2152k
DM 247	35,67d	89,67e	16,00def	62,67e	31,53d	2,18	11,94b	1826l
Média	38,69	93,33	17,91	68,44	33,09	2,13	13,08	2656

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste Tukey; NDF: número de dias para o florescimento; NDM: Número de dias para a maturação; A1V: Altura da inserção da primeira vagem (cm); AP: Altura das plantas (cm); NVP: Número de vagens por plantas; NSV: Número de sementes por vagem; PCS: Peso de 100 sementes (gramas); PROD: Produção (kg ha⁻¹)

O número de dias para o florescimento (NDF) e maturação (NDM), em virtude da sensibilidade termofotoperiódica da cultura, são importantes caracteres na escolha da cultivar, uma vez que, de acordo com as condições climáticas da região, torna-se possível escalonar o plantio e a colheita, de forma a reduzir os riscos de coincidirem períodos prolongados de estresse hídrico nas fases mais críticas de desenvolvimento da planta (florescimento e enchimento de grãos) e de excesso hídrico próximo à colheita.

Para o caráter altura de inserção da primeira vagem (A1V), BRS/MG Segurança (21,7cm), BRS/MG Liderança (20,3cm) e BRS/MG Garantia (20,0cm) obtiveram os maiores valores, sem que houvessem

diferenças estatísticas entre si. As vagens mais baixas foram provenientes das cultivares DM Vitória (13,67 cm), DM 339 (15,67cm) e DM 247 (16,0 cm), que também não diferiram estatisticamente entre si.

Em relação à altura das plantas (AP), a cultivar A-7002 apresentou plantas mais altas (79 cm) sem, contudo, diferir estatisticamente de DM 339 (77,3 cm). DM Vitória, além da baixa altura de inserção da primeira vagem (A1V), apresentou também plantas de porte baixo (52,3 cm). Usualmente, busca-se obter cultivares com menor altura de inserção de primeira vagem (10 a 15 cm) e maior altura de plantas (60 a 80 cm), uma vez que existe uma tendência de plantas mais altas (AP) e com menor altura de inserção da primeira vagem (A1V) apresentar

um maior número de vagens, conforme observado por (MIRANDA, 1998). Ressalta-se, contudo, que a seleção de plantas muito altas (> 80 cm) e com baixa altura de inserção de primeira vagem (< 10 cm) poderá acarretar em perdas na colheita mecanizada. No presente estudo, todas as cultivares apresentaram altura de plantas e de vagem satisfatórios à colheita mecanizada.

O maior número de vagens por plantas (NVP) foi obtido pela cultivar A 7002 (44,67), seguido pelas cultivares DM 339 (41,37) e DM 309 (36,20). BRS Pintado (27,10) e BRS/MG 68 (25,83) apresentaram os menores valores de NVP. Vários autores, dentre eles Castoldi (1991), Peternelli et al. (1994), Lana (1996), Board et al. (1997) e Miranda (1998), verificaram que o número de vagens por planta é o caráter que mais contribui para o rendimento de grão em leguminosas, uma vez que apresenta as maiores correlações com a produção de grãos, e vagens com 1; 2 e 3 grãos podem influenciar no tamanho das sementes que serão produzidas e, conseqüentemente, na produtividade.

Quanto ao número de sementes por vagem (NSV) não houve diferenças significativas entre as cultivares estudadas. Entretanto, MG/BR 46 (Conquista) (2,25), DM 339 (2,23) e Suprema (2,24) alcançaram os maiores valores. Os menores valores foram obtidos por BRS/MG Garantia (1,93) e BRS Pintado (1,98).

Para o caráter peso de 100 sementes (PCS), observou-se pouca variação entre as cultivares, uma vez que apenas BRS/MG Garantia (20,39 g) foi superior estatisticamente às demais. É uma característica importante na escolha da cultivar a ser plantada, uma vez que a

aquisição de sementes de menor peso resultará em um menor custo de produção por área, face ao maior volume de sementes por unidade comercializada, e, também, em uma maior velocidade nos processos de germinação e emergência (SOUZA, 2006).

A variável que apresentou a maior estratificação dos resultados foi a produção de grãos (PROD), permitindo a separação das cultivares em doze contrastes. A cultivar BRS/MG Liderança alcançou o maior valor médio (3212 kg ha⁻¹), seguido das cultivares BRS/MG Segurança (3140,38 kg ha⁻¹) e BRS/MG Garantia (3017 kg ha⁻¹). As menores produções foram obtidas por BRS/MG 68, DM Vitória e DM 247 que obtiveram, respectivamente, 2.221; 2.152 e 1.826 kg ha⁻¹.

As medidas de dissimilaridade genética, estimadas a partir da distância de Mahalanobis (TAB. 4), apresentaram uma elevada magnitude (2,65 a 374,06), indicando a presença de ampla variabilidade genética entre as cultivares. A combinação entre BRS/MG 68 e BRS/MG Garantia foi a mais divergente (D² = 374,06), seguida pela combinação DM 247 e BRS/MG Garantia (D² = 293,18). A menor distância foi obtida entre as cultivares BRS/MG Liderança e BRS/MG Segurança (D² = 2,65), seguida pelos pares BRS Pintado e DM 309 (D² = 7,59), Suprema e DM 309 (D² = 8,00) e Suprema e A 7002 (D² = 9,63). Houve maior frequência de pares com maiores distâncias, quando um dos componentes era a cultivar BRS/MG Garantia. As menores distâncias entre os pares BRS/MG Liderança e BRS/MG Segurança (D² = 2,65) e Suprema com A 7002 (D² = 9,63) ocorreram, provavelmente, em virtude das cultivares de cada combinação serem oriundas de programas de melhoramento genético da mesma instituição.

Tabela 4 - Dissimilaridade entre cultivares de soja em relação a oito caracteres, com base na distância generalizada de Mahalanobis (D²_{ii})

Cultivares	MG/BR 46 (Conquista)	Suprema	BRS Pintado	DM 247	BRS/ MG 68	BRS/MG Liderança	BRS/MG Segurança	DM 339	BRS/MG Garantia	A 7002	DM 309
DM Vitória	46,40	31,83	43,63	12,70	53,82	69,09	79,47	53,68	251,90	45,47	28,10
MG/BR 46 (Conquista)		13,45	21,44	47,27	48,84	13,37	20,47	16,19	212,88	19,27	18,14
Suprema			12,33	28,13	48,57	26,13	36,51	12,58	177,61	9,63	8,00
BRS Pintado				53,06	75,86	30,35	45,74	18,64	122,65	24,89	7,59
DM 247					22,23	60,33	64,83	63,45	293,18	46,88	40,23
BRS/MG 68						43,51	41,68	92,61	374,06	64,76	67,79
BRS/MG Liderança							2,65	40,11	222,72	42,71	37,35
BRS/MG Segurança								56,41	253,39	59,34	54,95
DM 339									147,10	12,62	11,84
BRS/MG Garantia										206,85	160,88
A 7002											8,58

A análise de agrupamento pelo método de Tocher separou as doze cultivares em dois grupos (TAB. 5). No grupo I ficaram 11 cultivares geneticamente similares (91,67% do total de cultivares), indicando que os possíveis cruzamentos dessas cultivares entre si diminuem a possibilidade de obtenção de genótipos superiores. A cultivar restante (BRS/MG Garantia) ficou no grupo II, confirmando os valores relativamente elevados das suas distâncias nos pares de que participou.

Tabela 5 - Agrupamentos revelados pelo método de Tocher, a partir da matriz de dissimilaridade da distância generalizada de Mahalanobis de 12 cultivares de soja avaliados nos ensaios na entressafra 2005 no Estado do Tocantins

Grupo	Cultivares
I	DM Vitória, MG/BR 46 (Conquista), Suprema, BRS Pintado, DM 247, BRS/MG 68, BRS/MG Liderança, BRS/MG Segurança, DM 339, A 7002, DM 309
II	BRS/MG Garantia

A formação destes grupos é de fundamental importância para a escolha dos progenitores, pois as novas combinações híbridas a serem estabelecidas devem ser baseadas na magnitude de suas dissimilaridades e no potencial per se dos genitores. As cultivares reunidas em grupos mais distantes dá um indicativo de serem dissimilares, podendo ser consideradas como promissoras em cruzamentos artificiais. Entretanto, além de dissimilares, é necessário que os genitores associem média elevada e variabilidade para os caracteres que estejam sendo melhorados (MIRANDA, 1998). Assim, a distância da cultivar BRS/MG Garantia, em relação às demais, sugere que esta pode proporcionar efeito heterótico elevado após hibridações.

Cruze Regazzi (2004) sugerem não envolvimento de indivíduos de mesmo padrão de dissimilaridade nos cruzamentos, de modo a não restringir a variabilidade genética e, assim, evitar reflexos negativos nos ganhos a serem obtidos pela seleção. Conforme relatado por Abreu et al. (2001) e Carpentieri-Pípolo et al. (2000), as melhores combinações híbridas a serem testadas em um programa de melhoramento, devem envolver parentais tanto divergentes como de elevada performance média. De acordo com Cruz e Regazzi (2004), o estabelecimento de grupos com genótipos com homogeneidade dentro e heterogeneidade entre os grupos é o ponto de partida para uma avaliação mais minuciosa dos mesmos, a fim de realizar seu aproveitamento nos programas de melhoramento.

A contribuição relativa de cada caráter para a dissimilaridade genética, segundo método de (SINGH, 1981), observada na Tabela 6, mostrou que três contribuíram com 79,64% da divergência genética, enquanto quatro contribuíram com apenas 20,36%. Entre os caracteres estudados, o número de dias para maturação (39,49%), o peso de cem sementes (26,56%) e o número de dias para florescimento (13,59%) foram os mais eficientes em explicar a dissimilaridade entre as cultivares, devendo ser priorizadas na escolha de progenitores em programas de melhoramento.

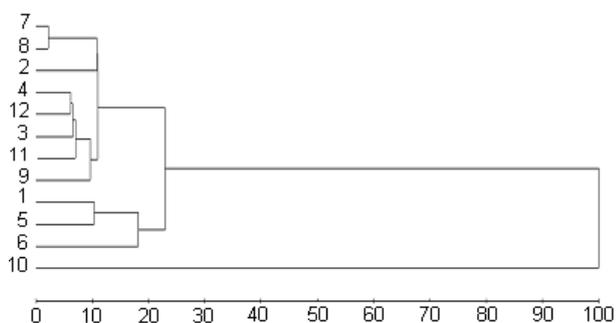
Tabela 6 - Contribuição relativa dos caracteres para a dissimilaridade genética de doze cultivares de soja, pelo método proposto por SINGH (1981), em ordem decrescente de importância, na entressafra de 2005

Variável	Valor em %
1 - Número de dias para maturação (dias)	39,49
2 - Peso de 100 sementes (gramas)	26,56
3 - Número de dias para florescimento (dias)	13,59
4 - Altura da planta (cm)	6,48
5 - Produção de grãos (gramas/parcela)	4,65
6 - Altura de inserção da primeira vagem (cm)	3,83
7 - Número de semente por vagem	2,96
8 - Número de vagem por planta	2,40

O peso de cem sementes (PCS), embora tenha apresentado baixa amplitude (11,33 a 20,38 g) (TAB.3), foi a segunda em importância para o estudo da divergência. A produção de grãos (PROD), por sua vez, contribuiu pouco para a divergência, com cerca de 4,65%, embora tenha apresentado grande variabilidade (1.826 a 3.212 kg ha⁻¹) (TAB. 3).

O critério de agrupamento adotado pelo método hierárquico do vizinho mais próximo, representado na Figura 1, estabelece que primeiramente seja formado um grupo de cultivares similares, e as distâncias dos demais são calculadas em relação aos grupos formados (CRUZ; REGAZZI, 2004). A separação em grupos nesses tipos de gráficos é feita de maneira subjetiva, escolhendo-se um ponto de corte na escala de distância (FUZZATTO et al. 2002), que foi realizado em 60% da distância. Por

esta técnica, as cultivares BRS/MG Liderança e BRS/MG Segurança foram as de menor distância ($D^2 = 2,65$), e a maior distância em relação às demais cultivares foi atribuída à cultivar BRS/MG Garantia ($D^2 = 374,06$), sendo esta considerada como 100% de distância para o estabelecimento do dendrograma. No eixo X foram representadas as porcentagens das distâncias entre as cultivares e no eixo Y foi representado as doze cultivares. Por este método, foi possível observar a formação de dois grupos distintos, os quais foram idênticos aos grupos formados pelo método de Tocher. A cultivar BRS Garantia, pelo fato de ter apresentado os maiores valores para o número de dias para a maturação (NDM) (106 dias), peso de cem sementes (PCS) (20,38 g) e número de dias para o florescimento (TAB. 3), que foram os mais importantes caracteres para a discriminação das cultivares (TAB. 5), ficou alocada isoladamente em um grupo.



Cultivares: 1 - DM Vitória, 2 - MG/BR 46 (Conquista), 3 - Suprema, 4 - BRS Pintado, 5 - DM 247, 6 - BRS/MG 68, 7 - BRS/ MG Liderança, 8 - BRS/MG Segurança, 9 - DM 339, 10 - BRS/MG Garantia, 11 - A 7002 e 12 - DM 309 em Formoso do Araguaia-TO, 2005

Figura 1 - Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre as doze cultivares, obtido pela técnica do vizinho mais próximo, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade, na entressafra de 2005

A análise de comparação de médias, juntamente com os agrupamentos estabelecidos pelo método de Tocher e vizinho mais próximo, permite a identificação de quais serão os cruzamentos promissores, bem como aqueles que poderão resultar em variabilidade restrita nas gerações segregantes, como aqueles realizados entre progenitores de um mesmo grupo. Neste sentido, poderão ser esperadas como promissoras as seguintes hibridações: BRS/MG Garantia x DM 339 e BRS/MG Garantia x MG/BR 46 (Conquista), uma vez que as cultivares foram dissimilares (TAB. 4) e apresentaram médias elevadas para as características (TAB.3), sugerindo que, quando utilizadas em hibridações dirigidas em programa de melhoramento genético, possibilitarão ampliar o número

de recombinantes desejáveis, a fim de que possam ser utilizadas como fontes de obtenção de constituições genéticas superiores.

Conclusões

1. A presença de variabilidade genética permitiu a identificação de cultivares dissimilares e com média elevada para as características estudadas;
2. Os métodos de otimização de Tocher e vizinho mais próximo foram concordantes entre si;
3. Os caracteres número de dias para a maturação (39,49%), peso de cem sementes (26,56%) e número de dias para florescimento (13,59%) foram os que mais contribuíram na dissimilaridade genética entre as cultivares;
4. As hibridações BRS/MG Garantia x DM 339 e BRS/MG Garantia x MG/BR 46 (Conquista) são promissoras para obtenção de populações segregantes com variabilidade superior.

Referências

- ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F. Selection potential for seed yield from intra and inter-racial populations in common bean. *Euphytica*, v. 108, p. 121-127, 2001.
- BOARD, J. E.; KANG, M. S.; HARVILLE, B. G. Path analysis identify indirect selection criteria for yield of late planted soybean. *Crop Science*, v. 37, n. 03, p. 879-884, 1997.
- BONATO, E. R. *et al.* Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidas após 1990. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, p. 2391-2398, 2000.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V. *et al.* Seleção de genótipos parentais de acerola com base na divergência genética multivariada. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 35, p. 1613-1619, 2000.
- CASTOLDI, F. L. *Análise das interrelações entre rendimento e diversas características agrônômicas do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. 1991. 73f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CEOLIN, A. C. G. *et al.* Genetic divergence of the common bean (*Phaseolus vulgaris L.*) group carioca using morpho-agronomic traits by multivariate analyses. *Hereditas*, v. 144, p 1-9, 2007.
- COSTA, M. M. *et al.* Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 39, n. 11, p. 1095-1102, 2004.
- CRUZ C. D. Programa Genes: **Aplicativo computacional em genética e estatística**. Versão Windows - 2007, Viçosa, UFV.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Imprensa Universitária, 2004. 480 p.

- FEHR, W. R. *et al.* Stage of development descriptions for soybeans (*Glycyne max L. Merril*). **Crop Science**, v. 11, n. 06, p. 929-931, 1971.
- FERRÃO, M. A. G. *et al.* Genetic divergence on common bean under tropical winter conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 371, p. 1089-1098, 2002.
- UZATTO, S. R. *et al.* Divergência Genética e sua relação com os cruzamentos dialélicos na cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 26, n. 01, p. 22-32, 2002.
- JHONSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. New Jersey-USA: Englewood Cliffs, 1992. 642 p.
- LANA, A. M. Q. **Avaliação de linhagens de feijão obtidas pelo método de melhoramento single seed descent (ssd) nos sistemas de plantio em monocultivo e consórcio com o milho**. 1996. 125f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MACHADO, C. D. *et al.* Genetic divergence among genotypes of common bean through of multivariate techniques. **Ciência Rural**, v. 32, n. 02, p. 251-258, 2002.
- MIRANDA, G. V. **Diversidade genética e desempenho de cultivares de soja como progenitores**. 1998. 117f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- PELUZIO, J. M. *et al.* Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 03, p. 113-118, 2005.
- PETERNELLI, L. A.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D. Herdabilidades e correlações do rendimento do feijão e seus componentes primários no monocultivo e no consórcio. **Revista Ceres**, v. 41, n. 235, p. 306-316, 1994.
- RAO, C. R. **Advanced statistical methods in biometric research**. New York: John Willey, 1952. 390 p.
- RODRIGUES, L. S. *et al.* Divergência genética entre cultivares locais e cultivares melhoradas de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 02, p. 1285-1294, 2002.
- SANTOS, V. S. **Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices**. 2005. 104f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade se São Paulo, Piracicaba.
- SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. 969 p.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, p. 237-245, 1981.
- SOUZA, E. L. de. **Qualidade de sementes de soja comercializadas pela cooperativa agroindustrial COPAGRIL no Paraná**. 2006. 34f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Universidade Federal de Pelotas. Pelotas.