

## Genetic dissimilarity between soybean genotypes cultivated in lowland irrigated inter-cropping

Elonha Rodrigues dos Santos<sup>1\*</sup>, Adão Felipe dos Santos<sup>2</sup>, Aristóteles Capone<sup>2</sup>, Wembles Ribeiro dos Santos<sup>2</sup>, Stefany Gregory Moura<sup>2</sup>, Hélio Bandeira Barros<sup>2</sup>

### ABSTRACT

*This study aimed to evaluate the genetic diversity among 18 soybean genotypes through multivariate techniques based on 17 agronomic and physiological characteristics. The experiment was carried in Formoso do Araguaia, Tocantins, in the inter-cropping of 2010. The experimental design was a randomized complete block with four plots. The Mahalanobis distance substantiate Tocher and UPGMA. The total chlorophyll, percentage of pods with two seeds, seed number per pod and chlorophyll a were the characteristics that contributed more to genetic diversity. The methods of groups formed four distinct groups and agreed among themselves, demonstrating the efficiency in detecting the similarity. Genotypes AH10-013 and AH10-006 were the most divergent and AH10-022 and AH10-023 the more similar. Are shown to generate populations in breeding programs inter population genotype AH10-013, AH10 and AH10-015-022 (Group I) with AH10-006 (Group IV) because they have higher productivity and be more divergent.*

**Keywords:** Glycine max, multivariate analysis, techniques groupings

## Dissimilaridade genética entre genótipos de soja cultivados em várzea irrigada no período de entressafra

### RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar a diversidade genética entre 18 genótipos de soja por meio de técnicas multivariadas baseadas em 17 características fisiológicas e agronômicas. O experimento foi conduzido no Município de Formoso do Araguaia, TO, na entressafra de 2010. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro blocos. A distância generalizada de Mahalanobis fundamentou as técnicas de agrupamentos Tocher e UPGMA. A clorofila *total*, porcentagem de vagens com duas sementes, número de sementes por vagem e clorofila *a* foram as características que mais contribuíram para a divergência genética. As metodologias de agrupamentos formaram quatro grupos distintos e foram concordantes entre si, demonstrando a eficiência em detectar a similaridade. Os genótipos AH10-013 e AH10-006 foram os mais divergentes e os AH10-022 e AH10-023 os mais similares. São indicados para gerar populações em programas de seleção interpopulacional os genótipos AH10-013, AH10-015 e AH10-022 (Grupo I) com AH10-006 (Grupo IV) por apresentarem maiores produtividades e serem mais divergentes.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, análise multivariada, técnicas de agrupamentos

\*Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Departamento de Agronomia; Universidade de Brasília; 70910-900; Brasília - DF - Brasil, elonharodrigues@hotmail.com

<sup>2</sup>Departamento de Agronomia; Universidade Federal do Tocantins; 77402-970; Gurupi - TO - Brasil, adaofelipe@uft.edu.br; aristotelescapone@hotmail.com; wembles@gmail.com; s.g.moura@hotmail.com; barroshb@hotmail.com;

## INTRODUÇÃO

Os programas brasileiros de melhoramento de soja *Glycine max*, desde a década de 70, procuraram desenvolver genótipos de soja com período juvenil longo, adaptados às regiões de baixas latitudes, característica esta que permitiu a expansão da cultura da soja à região central do país. Atualmente, 60% da produção de soja, no Brasil, concentram-se nessas regiões (Smaling et al., 2008).

No trabalho realizado por Barros et al. (2012) sobre a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Mato Grosso, esses autores demonstram a importância de se recomendar cultivares que apresentam período juvenil longo para as regiões de menores latitudes.

Sem dúvidas a criação de novas cultivares de soja ainda é uma das tecnologias que mais contribuem para o aumento da produtividade nacional. Segundo Costa et al. (2004) esses programas são essenciais, principalmente, por atenderem à crescente demanda por maiores produções, possibilitando aumento de variabilidade e consequente ampliação da base genética. Entretanto, para obtenção de novos cultivares o conhecimento sobre a divergência genética é uma condição imprescindível entre os possíveis genitores. Esse conhecimento possibilita inferir sobre a capacidade específica de combinação, antes de realizar os cruzamentos, aumentando a chance de identificar e recuperar combinações mais promissoras (Abreu et al., 2004).

As técnicas de análise multivariada têm sido utilizadas rotineiramente no estudo da divergência genética, pois consideram, simultaneamente, as variáveis avaliadas dos genótipos, além da correlação existente entre elas (Condé et al., 2010). Dentre as metodologias disponíveis ao estudo da divergência genética, destaca-se o uso da distância generalizada de Mahalanobis, como medida de dissimilaridade, que fundamenta os métodos de agrupamentos de Tocher e o UPGMA.

A dissimilaridade genética têm sido eficiente na identificação da variabilidade existente entre genótipos de uma mesma espécie como reportado nos trabalhos com *Phaseolus vulgaris* (Elias et al., 2007; Cabral et al., 2011; Correia e Gonçalves, 2012) e *Glycine max* (Almeida, et al., 2011; Santos, et al., 2011).

O estado de Tocantins apresenta área favorável à cultura da soja, podendo ser cultivada tanto no período de safra (terras altas) como na entressafra (várzea irrigada). Apesar do cultivo da soja ser

compensador, na região de várzea, atualmente existe carência de estudos que aponte os genótipos mais promissores, ou ainda que apresentem potencialidade de serem explorados em populações segregantes, para essa região.

Neste contexto, objetivou-se com este estudo quantificar a divergência genética de genótipos de soja em várzea irrigada no Estado do Tocantins, a fim de gerar subsídios para programas de melhoramento genético na indicação das hibridações mais promissoras para produção de grãos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido sob várzea irrigada, em Formoso do Araguaia - TO, na entressafra 2010, localizado a 11°45' S e 49°04' W e 170 m de altitude, em solo do tipo Gley Pouco-Húmico. O clima, segundo o método de Thornthwaite, é do tipo Aw, úmido com moderada deficiência hídrica, com precipitação anual média de 1.400 mm com temperatura média anual que varia de 22 a 32 °C (Seplan, 2003). O fotoperíodo nessa latitude é de aproximadamente 12 horas diárias praticamente constantes durante o ano.

O experimento foi implantado utilizando-se uma semeadora de parcelas experimentais no dia 25 de maio de 2010. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com quatro blocos. Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas de 3,0 m de comprimento, espaçadas entre si em 0,45 m. Os genótipos avaliados foram: 1- AH10-006; 2- AH10-007; 3- AH10-008; 4- AH10-009; 5- AH10-010; 6- AH10-011; 7- AH10-012; 8- AH10-013; 9- AH10-014; 10- AH10-015; 11- AH10-016; 12- AH10-017; 13- AH10-018; 14- AH10-019; 15- AH10-020; 16- AH10-021; 17- AH10-022; 18- AH10-023, sendo todos em fase final de avaliação para serem lançados como cultivares.

O preparo do solo foi usual utilizado na várzea irrigada com aração, gradagem e rolagem (com auxílio de rolo compactador). No momento da semeadura inoculou-se as sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* na dosagem de 500 g de inoculante para 500 kg de sementes e fungicida Carbendazim-Thiram 200 SC, na dosagem de 200 ml/100 kg de semente. A adubação de plantio foi realizada segundo as exigências da cultura, com base na análise de solo

e recomendações a cultura, correspondendo a 500 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 00-16-16 suplementado com micronutrientes. A irrigação foi realizada por meio da elevação do lençol freático, de forma a manter o solo 70% da capacidade de campo durante todo o ciclo da cultura (subirrigação). O controle de pragas e doenças foi executado conforme as exigências previstas em campo de produção de sementes.

As características avaliadas foram: a) florescimento (F): período que correspondeu ao número de dias decorridos entre a emergência das plântulas até 50% do florescimento das plantas da parcela; b) maturidade (M): período que correspondeu ao número de dias decorridos desde a emergência das plântulas até a data em que 95% das vagens das plantas da parcela apresentaram-se maduras; c) altura das plantas (AP): realizada na maturação medindo da base da planta até a inserção do racimo no ápice da haste principal em cinco plantas útil; d) altura de inserção da primeira vagem (AIV): realizada na maturação medindo a distância, a partir da superfície do solo até a primeira vagem da haste principal, em cinco plantas; e) clorofila: os dados de clorofila foram obtidos por leituras indiretas no estádio R<sub>6</sub>, coletando nove amostras por parcela, com uso de um clorofilômetro da marca ClorofiLOG® modelo CFL 1030, produzido pela Falker Automação Agrícola. Os valores dos índices de clorofila foram expressos em ICF (Índice de Clorofila Falker), sendo determinados os valores de clorofila *a*, *b* e *total*; f) número de sementes por vagem (NSV): contagem direta das sementes por vagem, obtidas da média de cinco plantas; g) número de sementes por plantas (NSP): média obtida pela contagem direta de sementes em cinco plantas; h) número de vagens por plantas (NVP): média obtida pela contagem direta de todas as vagens, em cinco plantas; i) porcentagem de vagens chochas (VC): valores médios obtidos pela contagem direta de todas as vagens chochas em cinco plantas, posteriormente os valores foram transformados em porcentagem; j) porcentagem de vagens com uma semente (V1S): valores médios obtidos pela contagem direta de todas as vagens contendo uma semente em cinco plantas, posteriormente os

valores foram transformados em porcentagem; l) porcentagem de vagens com duas sementes (V2S): valores médios obtidos pela contagem direta de todas as vagens contendo duas sementes em cinco plantas, posteriormente os valores foram transformados em porcentagem de vagens com duas sementes; m) porcentagem de vagens com três sementes (V3S): valores médios obtidos pela contagem direta de todas as vagens contendo três sementes em cinco plantas, posteriormente os valores foram transformados em porcentagem; n) massa de 100 sementes (MCS): obtido de uma amostra de 100 sementes; o) peso de hectolitro (PH): obtido de uma amostra 1000 mL de sementes; p) produtividade de grãos (PG): determinado após a trilhagem das plantas e limpeza das sementes com posterior correção da umidade dos grãos para 13%.

A comparação das médias foi realizada utilizando-se o teste de agrupamento proposto por Scott-Knott a 5% de significância. As distâncias generalizadas de Mahalanobis, obtidas a partir dos dados padronizados, foram utilizadas como medidas de dissimilaridades.

No estudo de divergência genética, foram utilizados os métodos aglomerativos de Tocher e método hierárquico UPGMA fundamentados na distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. O corte no dendrograma gerado pelo método UPGMA foi efetuado no ponto em que se observou mudança brusca de nível, conforme a recomendação de Cruz et al. (2004). Para tais análises utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística-Genes (Cruz, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadrados médios evidenciaram diferença significativa para 14 das características estudadas ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 1). Estes resultados demonstram a existência de variabilidade entre os genótipos o que possibilita a obtenção de ganhos genéticos em programas de melhoramento com o uso desses genótipos.

**Tabela 1.** Resumo da análise para 17 características fisiológicas e agrônômicas de 18 genótipos de soja cultivados em várzea irrigada, em Formoso do Araguaia, TO, na entressafra de 2010

FV	GL	Quadrado médio								
		F	M	AP	AIV	CLa	CLb	CLtotal	NSV	NSP
Blocos	3	1,04	12,68	39,34	2,43	4,85	1,98	4,63	0,003	518,45
Genótipos	17	18,97**	177,21**	253,95**	34,21**	2,26 <sup>ns</sup>	2,07 <sup>ns</sup>	4,97 <sup>ns</sup>	0,114**	3277,50**
Resíduos	51	1,05	1,51	17,17	6,09	2,11	1,32	3,87	0,011	487,37
Média		39,39	104,25	52,62	15,22	34,44	12,13	46,58	2,24	101,15
CV (%)		2,60	1,18	7,88	16,21	4,22	9,45	4,22	2,10	21,83
		NVP	VC	V1S	V2S	V3S	MCS	PH	PG	
Blocos	3	97	6,21	5,25	5,36	3,87	1,76	0,001	127030	
Genótipos	17	604**	9,42**	61,66**	309,69**	555,36**	19,22**	0,004**	734902**	
Resíduos	51	90	3,54	13,17	32,81	47,83	1,47	0,0002	138199	
Média		45,22	2,71	8,24	51,96	36,97	15,58	74,0	3410,80	
CV (%)		21,01	69,74	44,06	11,02	18,71	7,80	4,66	10,90	

\*\* e \* significativos a  $P \leq 0,01$  e  $P \leq 0,05$ , respectivamente, pelo teste F, <sup>ns</sup> não-significativo, pelo teste F.

F: florescimento; M: maturação; AIV: altura da inserção da primeira vagem; AP: altura das plantas; CLa: clorofila a; CLb: clorofila b; CLtotal: clorofila total; NSV: número de sementes por vagem; NSP: número de sementes por plantas; NVP: número de vagens por plantas; VC: porcentagem de vagens chochas; V1S: porcentagem de vagens com uma semente; V2S: porcentagem de vagens com duas sementes; V3S: porcentagem de vagens com três sementes; MCS: massa de 100 sementes; PH: peso de hectolitro e PG: produtividade de grãos por hectare.

Verificou diferença significativa entre todos os genótipos testados quanto ao florescimento (Tabela 2). A floração variou entre 37 e 46 dias. Os genótipos que apresentaram florescimento entre os 37 e 39 dias compuseram o grupo mais precoce. O genótipo AH10-017 com florescimento aos 46 dias foi considerado o mais tardio. A média geral do florescimento aproximou-se aos valores obtidos por Almeida et al. (2011), no estudo sobre divergência genética em soja cultivada em várzea irrigada em Formoso do Araguaia - TO.

A maturação foi a característica que possibilitou maior discriminação entre os genótipos avaliados pelo teste Scott-Knott, com maior número de grupos significativos (Tabela 2). Os resultados médios dessa característica variaram de 94 a 115 dias. O grupo mais precoce foi composto pelos genótipos AH10-009, AH10-010 e AH10-011 com ciclo médio de 94 dias. Os genótipos AH10-014,

AH10-017 e AH10-016 apresentaram um ciclo de 115 dias, sendo, entretanto os mais tardios na região de cultivo. Segundo Sedyama (2009), o ciclo da cultura da soja, no estado do Tocantins pode ser caracterizado em precoce - até 120 dias; médio - de 121 a 135 dias; e tardio - superior a 135 dias. Sendo assim, todos os genótipos neste trabalho caracterizaram-se como precoces.

A altura média de planta foi de 52,62 cm, oscilando entre 41,2 a 65,3 cm. O grupo que apresentou menor estatura foi composto por AH10-006, AH10-012, AH10-010, AH10-019, AH10-011, AH10-015, AH10-008 e AH10-017 com altura média de 45,24 cm. E o grupo formado pelos genótipos AH10-022, AH10-013, AH10-014, AH10-018 e AH10-009 apresentaram maior altura de plantas com 62,85 cm. Observou-se ainda diferença significativa na altura de inserção de vagem que variou de 11,95 a 23,0 cm.

**Tabela 2.** Médias de 17 características avaliadas em 18 genótipos de soja, e grupos de genótipos estabelecidos pelo método de otimização Tocher, com uso da distância generalizada de Mahalanobis

Genótipos	F	M	AP	AIV	CLa	CLb	CLtotal	NSV	NSP	NVP	VC	V1S	V2S	V3S	MCS	PH	PG	Tocher
			(cm)	(cm)							(%)	(%)	(%)	(%)	(g)	(kg hL <sup>-1</sup> )	(kg ha <sup>-1</sup> )	
AH10-013	41 b*	107 b	61,40 a	18,55 b	34,29 a	12,60 a	46,89 a	2,27 b	91,45 b	40,65 c	4,02 a	4,43 c	51,87 a	39,66 c	18,74 a	72,5 b	4150 a	I
AH10-015	40 b	107 b	46,58 c	19,90 b	34,52 a	12,83 a	47,35 a	2,41 a	137,40 a	57,20 b	2,46 b	3,31 c	45,37 b	48,85 b	12,96 c	72,5 b	4039 a	I
AH10-022	37 c	104 c	60,75 a	15,95 b	34,17 a	11,80 a	45,98 a	2,44 a	115,70 b	47,40 b	0,66 b	5,55 c	42,68 b	50,87 b	11,69 c	72,5 b	3722 a	I
AH10-012	40 b	10 c	43,85 c	17,05 b	34,40 a	12,32 a	46,72 a	2,30 b	85,92 c	37,32 c	2,13 b	8,62 b	46,44 b	42,86 c	18,67 a	74,5 b	3628 a	I
AH10-021	37 c	104 c	49,80 b	14,00 c	34,22 a	11,82 a	46,05 a	2,16 c	94,45 b	43,55 b	2,39 b	10,07 b	56,86 a	30,66 d	19,75 a	72,5 b	3594 a	I
AH10-018	41 b	107 b	64,35 a	23,00 a	35,41 a	10,76 a	46,17 a	2,09 c	105,75 b	50,25 b	2,23 b	12,21 b	59,16 a	26,39 d	16,36 b	73,0 b	3572 a	I
AH10-023	38 c	104 c	60,70 a	15,20 c	33,31 a	12,15 a	45,47 a	2,55 a	138,60 a	54,10 b	1,36 b	3,74 c	32,77 c	61,96 a	11,45 c	72,7 b	3567 a	I
AH10-019	38 c	104 c	45,80 c	14,45 c	35,25 a	13,61 a	48,86 a	1,99 d	74,30 c	37,30 c	3,43 b	17,60 a	55,59 a	23,36 d	15,59 b	73,2 b	3539 a	I
AH10-020	38 c	104 c	52,15 b	11,95 c	33,72 a	12,19 a	45,92 a	1,97 d	46,70 c	23,50 d	6,07 a	15,40 a	53,19 a	25,33 d	15,75 b	73,5 b	3278 a	I
AH10-007	38 c	107 b	53,70 b	12,45 c	34,36 a	11,73 a	46,09 a	2,14 c	112,45 b	52,60 b	3,02 b	7,27 b	62,35 a	27,35 d	16,02 b	75,5 b	2661 c	I
AH10-011	39 c	94 e	45,00 c	12,60 c	35,40 a	11,90 a	47,30 a	2,17 c	101,20 b	46,65 b	1,36 b	7,80 b	62,97 a	27,85 d	14,32 b	73,7 b	3606 a	II
AH10-008	41 b	99 d	46,95 c	13,50 c	35,14 a	11,20 a	46,34 a	2,31 b	67,15 c	29,20 d	2,35 b	7,47 b	47,89 a	41,22 c	15,31 b	74,2 b	3467 a	II
AH10-010	38 c	94 e	44,60 c	12,60 c	34,44 a	13,24 a	47,69 a	2,17 c	82,60 c	38,12 c	3,43 b	7,28 b	58,25 a	31,03 d	16,65 b	73,5 b	3200 b	II
AH10-009	38 c	94 e	65,30 a	15,45 b	34,74 a	12,71 a	47,45 a	2,52 a	63,65 c	25,15 d	0,31 b	5,00 c	36,32 c	58,34 a	15,09 b	73,0 b	2450 c	II
AH10-017	46 a	115 a	47,10 c	14,60 c	34,01 a	12,13 a	46,14 a	2,13 c	146,25 a	68,70 a	6,08 a	9,91 b	48,99 b	35,01 c	14,70 b	72,5 b	3433 a	III
AH10-016	42 b	115 a	54,63 b	13,75 c	34,90 a	12,20 a	47,10 a	2,22 b	141,55 a	63,70 a	2,84 b	7,01 b	54,90 a	34,93 c	14,98 b	74,0 b	3000 b	III
AH10-014	39 c	115 a	62,45 a	16,40 b	35,15 a	12,11 a	47,27 a	2,28 b	116,00 b	50,52 b	2,14 a	4,64 c	56,10 a	36,57 c	16,17 b	73,0 b	2994 b	III
AH10-006	38 c	99 d	41,20 c	12,60 c	32,52 a	11,06 a	43,58 a	2,07 c	99,50 b	48,05 b	2,51 b	10,92 b	63,48 a	23,08 d	16,14 b	86,0 a	3494 a	IV

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem  $P > 0,05$ , pelo teste de agrupamento Scott-Knott.

F: florescimento; M: maturação; AIV: altura da inserção da primeira vagem; AP: altura das plantas; CLa: clorofila a; CLb: clorofila b; CLtotal: clorofila total; NSV: número de sementes por vagem; NSP: número de sementes por plantas; NVP: número de vagens por plantas; VC: porcentagem de vagens chochas; V1S: porcentagem de vagens com uma semente; V2S: porcentagem de vagens com duas sementes; V3S: porcentagem de vagens com três sementes; MCS: massa de 100 sementes; PH: peso de hectolitro e PG: produção de sementes por hectare.

A estatura média das plantas foram inferiores aquelas observadas por Peluzio et al. (2009) ao avaliarem o efeito das variações edafoclimáticas, da região centro-sul do estado do Tocantins, na produtividade de grãos de cultivares de soja. Entretanto, a altura de inserção de vagens apresentou conformidade aos resultados obtidos por esses mesmos autores. Segundo Guimarães et al. (2008) a altura de planta é característica fundamental na determinação da cultivar a ser introduzido em uma região, uma vez que se relaciona com o rendimento de grãos.

Não verificou-se variação significativa para as variáveis: clorofila *total*, *a* e *b* (Tabela 2). Entretanto, estas apresentaram uma contribuição relativa de 17,06; 10,66 e 6,22% pelo método proposto por Singh (1981) sendo responsáveis por

33,96% da dissimilaridade total encontrada (Tabela 3).

Quanto ao NSV ocorreu diferença significativa entre os genótipos (Tabela 2). A média geral de NSV foi de 2,24 sementes, que variaram de 1,97 a 2,56 entre os genótipos AH10-020 e AH10-023.

Houve diferença significativa para NSP (Tabela 2), considerando que os menores valores foi composto por: AH10-012, AH10-010, AH10-019, AH10-008 e AH10-009 com média de 70,05 sementes por planta. O grupo que produziu maior NSP foi integrado por: AH10-015, AH10-023, AH10-016 e AH10-017, com média de 140,95 sementes. Sendo, entretanto, 50,31% superior ao grupo que apresentou menores valores, evidenciando a variabilidade genética entre os genótipos.

**Tabela 3.** Contribuição relativa das características para a dissimilaridade genética de 18 genótipos de soja, pelo método proposto por Singh (1981), em ordem decrescente de importância, na entressafra de 2010

Variáveis	Valor em %
1. Clorofila <i>total</i>	17,06
2. % vagens com duas sementes	15,24
3. Número de semente por vagens	13,78
4. Clorofila <i>a</i>	10,66
5. % vagens com três sementes	9,84
6. Número de dias para Maturação	6,99
7. % de vagens chochas	6,80
8. Clorofila <i>b</i>	6,22
9. % de vagens com uma semente	3,67
10. Número de vagens por planta	2,20
11. Número de sementes planta	1,72
12. Altura de plantas	1,39
13. Massa de 100 sementes	1,34
14. Peso de hectolitro	1,26
15. Número de dias florescimento	1,10
16. Produtividade	0,33
17. Altura de inserção de vagem	0,30

Observou-se diferença significativa para NVP (Tabela 2). Onde os genótipos AH10-017 e AH10-018 formaram o grupo que apresentou maiores valores, com média de 66,2 vagens por planta. Os genótipos AH10-020, AH10-009 e AH10-008 integraram o grupo com menor NVP em média de 25,5. Nota-se que os genótipos que compôs o grupo com menores valores foram similares àqueles que se encontram no grupo com maiores médias para a característica NSP. Acredita-se assim, que essas características relacionem

diretamente entre si, ou seja, quanto maior os valores para NVP maior também será o NSP.

Os genótipos que apresentaram maiores valores de VC foram AH10-017, AH10-020 e AH10-013 com média de 5,39% diferindo significativamente dos demais genótipos avaliados.

Para VIS os genótipos AH10-019 e AH10-020 formaram o grupo com maiores valores (16,5%) que diferiu significativamente dos demais. Verificou-se ainda que estes genótipos, também apresentaram menor NSV, como pode ser verificado na Tabela 2. Este resultado pode-se

estabelecer uma relação inversamente proporcional entre essas características, ou seja, quanto maior percentual V1S, menor é o número NSV para esses genótipos.

Formaram-se três grupos significativos para V2S (Tabela 2). Observou-se que 68,75% dos genótipos apresentaram maior percentual de V2S. O grupo composto por: AH10-023 e AH10-009 apresentaram menores valores para essa característica com uma média de 34,54%. Verificou-se ainda que esses genótipos apresentaram maiores percentuais de V3S, com média de 60,15%, diferindo significativamente dos demais.

A média para MCS foi de 15,58 g e amplitude de variação de 8,30 g. O PH foi de 74,0 kg L<sup>-1</sup>, e variou de 72,5 a 86,2 kg L<sup>-1</sup> (Tabela 2). O genótipo que apresentou maior valor para PH foi o AH10-006, com 86,2 kg L<sup>-1</sup>, diferenciando significativamente dos demais.

A PG variou de 2450 a 4150 kg ha<sup>-1</sup>. Os genótipos AH10-013 e AH10-015 foram os mais produtivos com rendimentos superiores a 4000 kg ha<sup>-1</sup>. Os genótipos AH10-007 e AH10-009 foram os menos produtivos. Os valores para PG nesta pesquisa foram superiores aos observados por Peluzio et al. (2010) no estudo de soja na várzea irrigada em Formoso do Araguaia - TO, onde obtiveram média de 1142 kg ha<sup>-1</sup>.

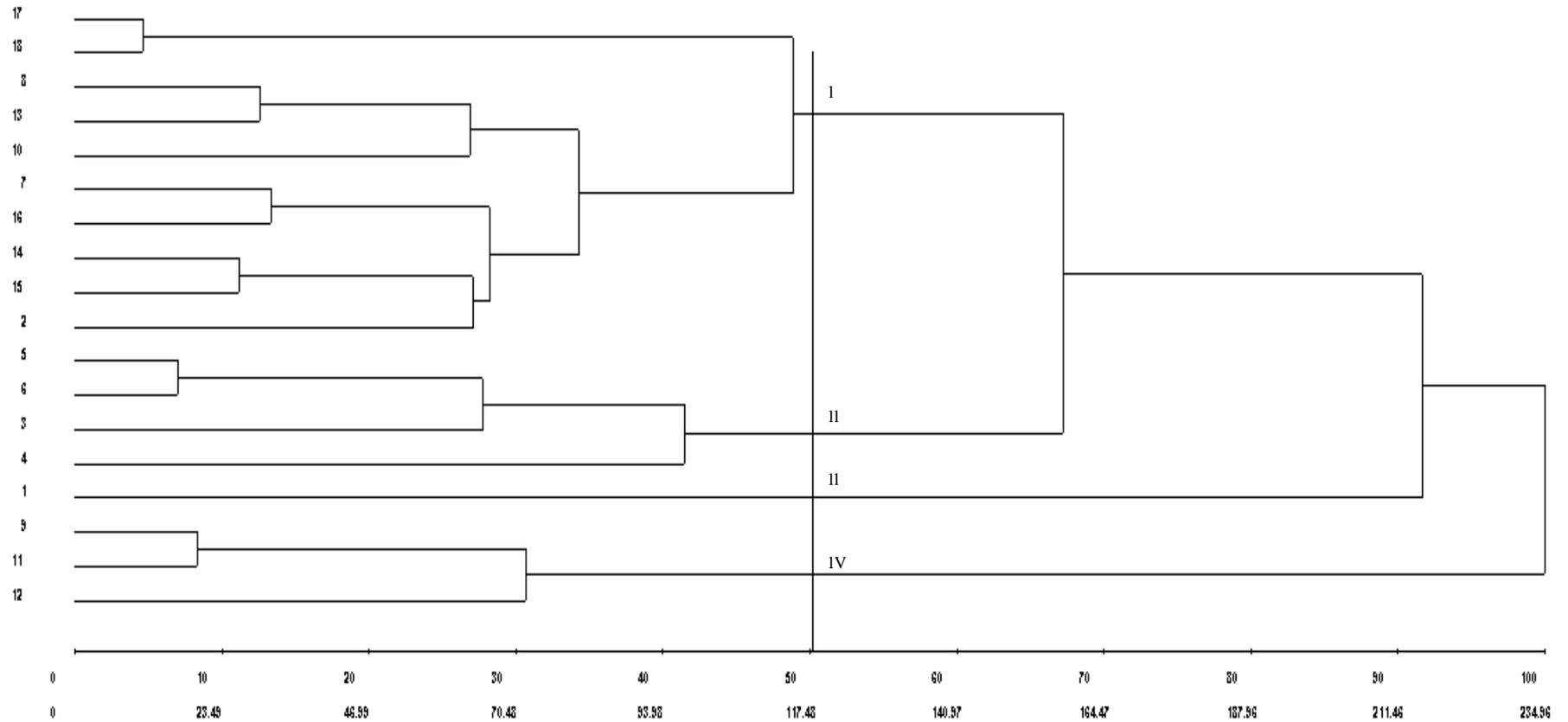
Na Tabela 3 observa-se contribuição relativa de cada característica para a dissimilaridade genética, segundo método de Singh (1981). Quatro características contribuíram com 56,74% da divergência genética, sendo clorofila *total*, porcentagem de vagens com duas sementes, número de sementes por vagem e clorofila *a*.

O rendimento de sementes contribuiu com apenas 0,33% da dissimilaridade (Tabela 3). Entretanto, essa característica é de fundamental importância em estudos de divergência genética, pois a escolha dos progenitores, além da dissimilaridade, deve também considerar o alto rendimento de grãos para a obtenção de progênies superiores (Elias et al., 2007). Essa baixa contribuição relativa para a dissimilaridade genética relacionada à produtividade de grãos, também foi verificada por e Cabral et al. (2011), em feijão e Santos et al. (2011) na soja.

A identificação dos grupos realizada pelo método aglomerativo de Tocher, possibilitou a formação de quatro grupos distintos (Tabela 2), onde dez genótipos foram dispostos no Grupo I; quatro genótipos integraram o Grupo II; os genótipos

AH10-014, AH10-016 e AH10-017 compuseram o Grupo III e o genótipo AH10-006, formou o Grupo IV, demonstrando, assim a variabilidade genética entre os genótipos.

O agrupamento pelo método de UPGMA utiliza a média das distâncias entre todos os pares de genótipos na formação de cada grupo. Por essa técnica pode-se observar no dendrograma a 50% de similaridade a formação de quatro grupos (Figura 1). Mesmo utilizando técnicas de agrupamento diferenciadas, esse método assemelhou-se aos grupos obtidos pelo método de Tocher, obedecendo à mesma relação de similaridade entre os genótipos.



**Figura 1.** Dendrograma representativo da dissimilaridade genética entre 18 genótipos de soja, obtidos pelo método de agrupamento UPGMA, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade, na entressafra de 2010. Genótipos: 1- AH10-006, 2- AH10-007, 3- AH10-008, 4- AH10-009, 5- AH10-010, 6- AH10-011, 7- AH10-012, 8- AH10-013, 9- AH10-014, 10- AH10-015, 11- AH10-016, 12- AH10-017, 13- AH10-018, 14- AH10-019, 15- AH10-020, 16- AH10-021, 17- AH10-022 e 18- AH10-023.

Pelo Método Tocher o genótipo AH10-006 (Grupo IV) quando comparada aos 17 demais genótipos, foi apontado como o mais divergente. E as maiores distâncias foram observadas entre os genótipos AH10-006 e AH10-013 como pode ser comprovado tanto pelo método de agrupamento UPGMA, quanto pelo método de agrupamento de Tocher. Diante disso, os genótipos reunidos em grupos mais distantes, apresentam maior divergência relativa, podendo ser consideradas como promissoras em cruzamentos artificiais.

A identificação de genótipos contrastantes por meio das técnicas multivariadas e dos agrupamentos é relevante para o sucesso na seleção de cultivares em programas de melhoramento. Entretanto, a escolha de genótipos deve ser feita considerando também seus comportamentos *per se*. Assim recomenda-se cruzamentos entre genótipos divergentes, mas que também apresentem desempenho superior em relação as principais características de importância agrônoma na obtenção de linhagens superiores (Coimbra e Carvalho, 1998).

Sendo assim, poderão ser esperadas como promissoras as hibridações AH10-013, AH10-015 e AH10-022 (Grupo I) com AH10-006 (Grupo IV) para produção de grãos uma vez que esses genótipos foram dissimilares (Figura 2) e apresentaram médias elevadas para essas características (Tabela 2). Isso sugere 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.

## CONCLUSÃO

A presença de variabilidade genética permite a identificação dos genótipos dissimilares;

Para produção de grãos as seguintes combinações híbridas são recomendadas: AH10-013, AH10-015, AH10-022 com AH10-006;

As características clorofila *total*, porcentagem de vagens com duas sementes, número de sementes por vagem e clorofila *a*, são as mais eficientes em explicar a dissimilaridade genética entre os genótipos testados.

## REFERÊNCIAS

ABREU, F. B.; LEAL, N. R.; RODRIGUES, R.; AMARAL JR., A. T.; SILVA, D. J. H. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de

crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira**, v.22, n.3, p.547-552, 2004.

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J. M.; FLÁVIO SÉRGIO AFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 1, p. 108-115, 2011.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; MELO, A. V.; FIDELIS, R. R.; CAPONE, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 2, p. 49-58, 2012.

CABRAL, P. D. S.; SOARES, T. C. B. S; LIMA, A. B. P.; ALVES, D. S.; NUNES, J. A. Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agrônomicos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 4, p. 898-905, 2011.

COIMBRA, J. L. M.; CARVALHO, F. I. F. Divergência genética em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com grão tipo carioca. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.4, n.3, p. 211- 217, 1998.

CONDÉ, A. B. T.; COELHO, M. A. O.; FRONZA, V.; SOUZA, L. V. Divergência genética em trigo de sequeiro por meio de caracteres morfoagronômicos. **Revista Ceres**, v. 57, n; 6, p. 762-767, 2010.

CORREA, A. M.; GONÇALVES, M. C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 206-212, 2012.

COSTA, M. M.; MAURO, A. O. D.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1095-1102, 2004.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480 p.

CRUZ C. D. **Programa Genes: diversidade genética**. Viçosa, UFV, 2008. 278 p.

ELIAS, T. H.; GONCALVES-VIDIGAL, M. C.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.10, p.1443-1449, 2007.

GUIMARAES, F. S.; REZENDE, P. M.; CASTRO, E. M.; CARVALHO, E. A.; ANDRADE, M. J. B.;

CARVALHO, E. R. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência e agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1099-1106, 2008.

PELUZIO, J. M.; MELO, A. V.; COLOMBO, G. A.; AFFÉRI, F. S.; SILVA, R. R.; RIBEIRO, G. R. S.; PIRES, L. P. M. Efeito das variações edafoclimáticas, da região Centro-Sul do estado do Tocantins, na produtividade de grãos de cultivares de soja. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 2, n.1, p. 43-54, 2009.

PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; MONTEIRO, F. J. F.; MELO, A. V.; PIMENTA, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; FERRAZ, E. C.; CELLA, A. J. S.; CAPONE, C.; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

SEDIYAMA, T.; **Tecnologia de produção da soja**. Editora Mecenaz LTDA. Londrina – Paraná, Brasil, 2009.

SEPLAN. Secretaria do Planejamento e Meio Ambiente. **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. 3. ed. Palmas: SEPLAN, 2003. 49 p.

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.

SMALING, E. M. A.; ROSCOE R. C.; LESSCHEN, J. P.; BOUWMANE, A. F.; COMUNELLO, E. From forest to waste: Assessment of the Brazilian soybean chain, using nitrogen as a marker. **Agriculture, Ecosystems and Environment**. V. 128, n. 3, p. 185–197, 2008.

Recebido: 20/04/2013  
Received: 04/20/2013

Aprovado: 12/06/2013  
Approved: 06/12/2013