

Parâmetros genéticos da germinação de sementes e emergência de plântulas em girassol

¹ Leandro Gonçalves dos Santos, ² Ariana Lisboa Meira, ³ Ana Paula Prado Barreto Públio, ⁴ Hellen Thallyta Alves e Mendes, ⁵ Ubiratan Oliveira Souza, ⁶ Claudio Lúcio Fernandes Amaral

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Zona Rural s/n, Distrito de Ceraíma, Guanambi, Bahia, Brasil. E-mail: leandro.ifpb@gmail.com

² Instituto de Formação, IF, Rua Teixeira de Freitas 47, 1º Andar, Centro, Barra da Estiva, Bahia, Brasil. E-mail: arilismeira@yahoo.com.br

³ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Estrada do Bem Querer Km 4, Bairro Universitário, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil. E-mail: agrobarret@hotmail.com

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Estrada Coari-Itapeua s/n, Km 2, Itamaraty, Coari, Amazonas, Brasil. E-mail: hellenn.thallyta@ifam.edu.br

⁵ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Km 14, Zona Rural, Bom Jesus da Lapa, Bahia, Brasil. E-mail: ubiratan.agr@gmail.com

⁶ Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Rua José Moreira Sobrinho s/n, Jequiezinho, Jequié, Bahia, Brasil. E-mail: materdidatic@gmail.com

Resumo: O girassol (*Helianthus annuus* L.) é a quarta oleaginosa mais consumida em nível mundial. A hipótese foi comprovar diferença dos parâmetros genéticos entre os genótipos em estudo, objetivando estima-los na germinação de sementes e em emergência de plântulas de girassol, quando submetidas ao teste de germinação e analisar os genótipos mais indicados para cultivos comerciais. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com 12 tratamentos (M734(T), BRSG28, BRSG30, SYN034, SYN039, SYN042, SYN045, SY4065, V60415, V70153, HLA06270 e SEM822) e quatro repetições. Para comparação de médias, utilizou-se o teste Skott-Knot, a 5% de probabilidade. Os parâmetros avaliados foram: peso de 100 sementes (P100), umidade (UMID), percentual de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), percentual de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE). Exceto para umidade, foram analisadas os parâmetros genéticos. Sendo estimados, coeficiente de variação fenotípica (CV_P), coeficiente de variação genotípica (CV_G), coeficiente de variação ambiental (CV_E), relação entre CV_G e CV_E (b), herdabilidade (h^2) e ganho genético (GA). Os coeficientes de variação fenotípica e genotípica foram altos. O valor de b foi superior a um, inferindo que o fator genético se destaca em relação ao ambiental. A herdabilidade oscilou de 84% (PG) a 99% (P100). Foi possível estimar ganhos genéticos de 28,77% para IVG; 26,40 para PG; 52,47% para IVE; 43,66% para PE; 31,78% para P100 e 35,73% para CE. Os genótipos M734(T), BRSG28 e BRSG30, são os indicados para cultivos comerciais.

Palavras-chave: Variâncias, seleção, *Helianthus annuus*.

Genetic parameters of germination seed and emergence of seedling in sunflower

Abstract: Sunflower (*Helianthus annuus* L.) is the fourth most consumed oilseed worldwide. The hypothesis was prove difference of genetic parameters between genotypes under study, aiming to estimate genetic parameters of seed germination and emergence in sunflower seedlings when submitted to the germination test and analyze the most suitable genotypes for commercial crops. The experimental design was completely randomized with 12 treatments (M734(T), BRSG28, BRSG30, SYN034, SYN039, SYN042, SYN045, SY4065, V60415, V70153, HLA06270 e SEM822) and four replicates. To compare means, was used the Skott-Knot test at 5% probability. The parameters evaluated were: weight of 100 seeds (P100), humidity (UMID), germination percentage (PG), germination speed index (IVG), electrical conductivity (EC), emergency percentage (PE) and speed index emergency (IVE). Except for humidity were analyzed the genetic parameters. Were estimated coefficient of phenotypic variation (CV_P), coefficient of genotypic variation (CV_G), environmental coefficient variation (CV_E), relationship in between CV_G e CV_E (b), heritability

(h^2) and genetic gain (GA). The phenotypic and genotypic variation coefficient was high. The value of b was greater than 1, inferring that genetic factor highlight in relation to the environment. The heritability ranged from 84% (PG) to 99% (P100). It was possible to estimate genetic gains of 28.77% for IVG; 26.40 for PG; 52.47% for IVE; 43.66% for PE; 31.78% for P100 and 35.73% for EC. The genotypes M734 (T), BRS G28 and G30 BRS, are those indicated for cash crops.

Keywords: Variances, selection, *Helianthus annuus*.

Introdução

A quarta oleaginosa mais consumida no mundo é o girassol (*Helianthus annuus* L.), sendo soja, palma e canola, as primeiras (Fernández-Martinez et al., 2008). As sementes de girassol, considerando variedades e híbridos, apresentam em média 40% de óleo, sendo um dos óleos vegetais de melhor qualidade nutricional e organoléptica (Lira et al., 2011).

A fácil adaptação em diversas regiões; resistência à seca, ao frio, ao calor, insetos e doenças; baixo custo de produção; alta capacidade de adaptação às variações de latitude, longitude e fotoperíodo; e melhora as condições do solo para as culturas subsequentes são características favoráveis para o cultivo do girassol no Brasil (Bacaxixi et al., 2011 & Embrapa, 2010).

Por ser uma oleaginosa de recente cultivo no país há poucos relatos disponíveis sobre o comportamento de genótipos nas áreas produtoras de grãos em diferentes sistemas de produção. Sendo necessária a avaliação de genótipos desta cultura para conhecer a interação a interação com o ambiente, seu comportamento agrônomico e a adaptação dos genótipos nas condições brasileiras, a fim de colocar a disposição dos agricultores, materiais produtivos, garantindo a estabilidade do setor produtivo e industrial (Oliveira & Vieira, 2004).

Contudo a busca de conhecimentos sobre as condições ótimas para a germinação das sementes e para emergência de plântulas constitui-se em atividade essencial para a pesquisa fornecendo informações valiosas sobre a propagação das espécies (Santos & Zonetti, 2009). Mas o método adequado para reduzir o custo da cultura é conhecer a qualidade das sementes antes da semeadura (Scheeren et al., 2010), imprescindíveis para a manutenção da produtividade (Caldeira et al., 2014).

As sementes de girassol possuem diferença em relação à qualidade fisiológica. Estas alterações dependem dos genótipos avaliados, época de plantio e condições climáticas entre a produção e beneficiamento, ocasionando problemas na germinação e manutenção do vigor das sementes, diminuindo a produtividade (Santos et al., 2011).

Também é importante que se conheça onde há maior controle de caracteres genotípicos e dos fatores ambientais que influenciam sua expressão (Safavi et al., 2010).

Neste contexto, a hipótese foi comprovar diferença dos parâmetros genéticos entre os genótipos em estudo, objetivando estima-los na germinação de sementes e em emergência de plântulas de girassol quando submetidas ao teste de germinação e analisar os genótipos mais indicados para cultivos comerciais.

Material e métodos

Os doze genótipos de girassol utilizados foram: M734 (T), BRSG28, BRSG30, SYN034, SYN039, SYN042, SYN045, SY4065, V60415, V70153, HLA06270 e SEM822 (Tabela 1) provenientes da Rede Oficial de Ensaio de Girassol da Embrapa Soja (Safrinha 2012) foram avaliados, no período de abril a junho de 2013, no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia [UESB], localizado no município de Vitória da Conquista - BA, Brasil. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos ao teste Lilliefors e de Cochran, respectivamente para verificação de normalidade dos dados e homogeneidade das variâncias, em seguida procedeu-se a análise de variância. Para comparação de médias, utilizou-se o teste de Skott-Knot a $p > 0,05$ de probabilidade.

Tabela 1- Genótipos de girassol utilizados e seus respectivos representantes comerciais. UESB, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, 2013.

Genótipos	Empresas	Genótipos	Empresas
M734(T)	Dow AgroSciences	SYN045	Syngenta
BRS28	Embrapa Soja	SY4065	Syngenta
BRS30	Embrapa Soja	V60415	Advanta
SYN034	Syngenta	V70153	Advanta
SYN039	Syngenta	HLA 06270	Heliagro
SYN042	Syngenta	SEM 822	Geneze

O teste de germinação foi realizado em rolos de papel Germitest® umedecidos com água destilada em volume correspondente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Para cada repetição utilizou-se 50 sementes. Após a semeadura foram formados os rolos e acondicionado em sacos plásticos transparentes. O processo de germinação foi conduzido em câmara de germinação (BOD) a 25 °C com fotoperíodo de 12 horas. A primeira contagem foi realizada aos quatro dias e a última aos 10 dias após a instalação (Brasil, 2009).

Os parâmetros avaliados foram: peso de 100 sementes (P100), umidade (UMID), percentual de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), percentual de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE).

O P100 foi avaliado com quatro subamostras, segundo a metodologia para o peso de mil sementes recomendada nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). A UMID foi determinada pelo método da estufa a 105±3 °C, durante 24 horas, em quatro repetições de 4,5 g de semente conforme prescrito nas Regras para Análises de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida).

O PG foi calculado pelo somatório das plântulas normais germinadas durante as contagens. Realizaram-se as avaliações quatro e 10 dias da instalação do teste, conforme recomendado nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem.

O IVG foi obtido em conjunto com o teste de germinação, sendo calculado pela fórmula: $IVG = G1/N1 + G2/N2 + \dots + Gn/Nn$. Sendo G1, G2, Gn = número de plântulas computadas na primeira, na segunda e na última contagem; e N1, N2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Para determinação da CE, quatro subamostras de 50 sementes foram acondicionadas em copo plástico (200 mL) e submersas em água destilada por 24 horas, a 25 °C, em uma câmara incubadora vertical tipo BOD (Braz, Barros & Rossetto, 2008). Após o período de condicionamento, a condutividade elétrica da solução foi medida por meio de leitura em condutivímetro, os resultados foram expressos em $\mu S.cm^{-1}.g^{-1}$ de sementes.

O teste de emergência de plântulas foi realizado a campo com avaliações diárias durante sete dias após a semeadura, visando à validação do PE e IVE. Foram usadas quatro subamostras de 10 sementes para cada genótipo, distribuída em 4 linhas de 1 metro, com espaçamento de 20 cm entre linhas e 5 cm entre as plantas com 3 cm de profundidade de semeadura, através de semeadura direta em canteiros.

O PE foi calculado pela razão entre o número de plântulas emergidas e o número total de sementes semeadas.

O IVE foi obtido por meio da contagem diária do número de plântulas de girassol, emergidas até o sétimo dia após a semeadura, de acordo com a fórmula: $IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + \dots + (En/Nn)$. Sendo IVE = índice de velocidade de emergência; E1, E2, En = número de plantas emergidas, na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

As estimativas de variância fenotípica (VP), genotípica (VG) e ambiental (VE), coeficiente de variação fenotípica (CV_P), genotípica (CV_G) e ambiental (CV_E), relação CV_G/CV_E (b), herdabilidade (h^2) e ganho genético (GA) foram efetuadas utilizando-se as seguintes expressões:

$$VP = \frac{QMC}{n}; VG = \frac{QMC - QMR}{n}; VE = \frac{QMR}{n}; CV_P = \left[\left(\frac{\sqrt{VP}}{me} \right) 100 \right]; CV_G = \left[\left(\frac{\sqrt{VG}}{me} \right) 100 \right]; CV_E = \left[\left(\frac{\sqrt{VE}}{me} \right) 100 \right]; h^2 = \left(\frac{VG}{VP} \right) 100; GA = kdph^2; GA (\% \text{ da média}) = \left(\frac{GA}{me} \right) 100$$

, onde $k=2,06$ é a constante para intensidade de seleção de 5%; QMC, QMR, n , dp e m_e são, respectivamente, quadrado médio da cultivar, quadrado médio do resíduo, número de repetições, desvio padrão e média dos fenótipos avaliados.

O percentual de umidade, não diferiu entre os genótipos em estudo. Para os demais parâmetros avaliados houve diferença entre os genótipos, o que denota a existência de variabilidade (Tabela 2).

Resultados e discussão

Tabela 2 - Peso de 100 sementes (P100), umidade da semente (UMID), percentual de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica (CE), percentual de emergência (PE) e índice de velocidade de emergência (IVE) obtida de doze genótipos de girassol. UESB, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, 2013.

GENÓTIPO	P100 (g)	UMID (%)	PG (%)	IVG (%)	CE $\mu S.cma^{-1}.g^{-1}$	PE (%)	IVE (%)
M734(T)	6,1 g	7,3 a	91,5 a	11,5 a	106,0 c	89,0 a	3,0 a
BRSG28	5,8 h	7,0 a	88,5 a	11,0 a	143,0 d	93,0 a	3,1 a
BRSG30	5,7 h	7,2 a	87,5 a	10,9 a	85,3 b	92,0 a	3,4 a
SYN034A	7,4 d	6,6 a	59,5 b	7,1 b	96,5 c	46,0 d	1,4 c
SYN039	8,1 c	6,3 a	67,0 b	8,2 b	90,1 b	56,0 c	1,6 c
SYN042	7,6 d	6,4 a	78,0 a	9,7 a	93,8 c	75,0 b	2,4 b
SYN045	9,3 a	6,4 a	89,5 a	11,1 a	76,8 a	58,0 c	1,8 c
SY4065	7,0 e	6,9 a	85,5 a	10,7 a	95,6 c	74,0 b	2,4 b
V60415	6,2 g	7,6 a	85,5 a	10,6 a	100,7 c	87,0 a	3,0 a
V70153	7,1 e	6,4 a	84,0 a	10,3 a	81,4 a	86,0 a	2,9 a
HLA06270	8,5 b	6,8 a	91,0 a	11,4 a	87,1 b	93,0 a	3,2 a
SEM822	6,5 f	6,8 a	71,0 b	8,6 b	102,3 c	68,0 c	2,4 b
Média	7,1	6,8	81,5	10,1	96,5	76,4	2,5
CV (%)	3,4	9,1	10,3	10,1	6,5	10,5	10,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a $p>0,05$.

Fonte: Dados da pesquisa

O peso de 100 sementes apresentou grande variação entre os genótipos, sendo SYN045 de maior peso (9,3 g) e BRS G30 de menor peso (5,7 g). Santos et al. (2012), ao estudarem a divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes, observaram que o peso de 100 sementes de soja foi o parâmetro que mais diferenciou estatisticamente. Entretanto Moraes et al. (2012) observaram que o peso de mil sementes não diferiu significativamente entre as sementes de cultivares (H358, H250, H251, H884 e H885). Esta variação pode estar diretamente relacionada

ao tamanho da semente, já que não houve variação significativa entre o teor de umidade das mesmas. Confirmado a existência de variabilidade genética entre esses genótipos avaliados (Tabela 2).

A umidade da semente foi semelhante para os genótipos avaliados, com valores oscilando de 6,3 (SYN039) a 7,6 (V60415). Possivelmente esta baixa variação ocorreu em função de tratamento prévio no teor de umidade para garantir as mesmas condições para conservação das sementes. Estudos realizados por Talamini et al. (2011), constaram-se teor de umidade abaixo de

10%, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho. Para Thomazin e Martins (2011) a umidade ideal para o armazenamento de sementes de girassol deve estar entre 5 a 10%, pois teores de umidade inadequados juntamente com a temperatura, são os principais fatores de deterioração das sementes antecipando a perda da qualidade fisiológica. De acordo com Marcos (2005), esta característica é importante na execução de testes de vigor, pois as sementes mais úmidas são mais sensíveis e sujeitas à deterioração mais intensa, devendo, portanto, estar padronizada.

O teste de germinação permitiu classificar os genótipos SYN 034A, SYN039 e SEM 822 como sendo de qualidade inferior aos demais, com PG, respectivamente de, 59,5%, 67% e 71%. De acordo com os padrões para comercialização de sementes de girassol, a PG mínima deve ser de 70% para a categoria básica (Brasil, 2005). Desta maneira, somente os genótipos SYN034A, SYN039, apresentaram abaixo dos valores indicados para comercialização. Entretanto para Brasil (2009), é imprescindível que as sementes apresentem um padrão mínimo de germinação de 75%. Sendo os três genótipos mencionados anteriormente, inaptos para comercialização.

Os genótipos M734(T) e HLA06270 apresentaram qualidade superior, com maior PG (91,5% e 91%), contudo não diferiram dos genótipos BRSG28, BRSG30, SYN042, SYN045, SY4065, V60415 e V70153. Estudos realizados por Nobre et al. (2015), ao estudarem 10 genótipos de girassol (BRS G30, BRS G32, BRS G33, HLA 06270, M 734, SY 3840, SY 4065, SYN 034A, SYN 039A e V 70153), em campo, obtiveram média de 84,55% de germinação, sendo superior à obtida neste trabalho, que pode ser explicado em virtude da adaptabilidade dos genótipos utilizados, das condições climáticas, do período de realização do experimento.

O IVG apresentou comportamento semelhante ao percentual de germinação, pois os genótipos SYN 034A, SYN 039 e SEM 822, obtiveram resultados inferiores aos demais genótipos. Sendo superior para os genótipos M734(T), HLA06270, não diferindo entre SYN045, BRSG28, BRSG30, SY4065, V60415, V70153, e SYN042. Os genótipos SEM822, SYN039 e SYN034A, apresentaram desempenho inferior, com valores correspondentes de 8,6; 8,2 e 7,1.

De acordo com Braz et al. (2008), a avaliação do vigor de sementes de girassol é um teste complementar que visa avaliar a qualidade

fisiológica das sementes em campo, onde estariam sujeitas às situações adversas e nem sempre há correlação da germinação com a emergência da plântula em campo.

As menores CE foram observadas nos genótipos SYN045 ($76,8 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e V70153 ($81,4 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) indicando menor liberação de eletrólitos na solução e uma melhor integridade da membrana das sementes. Enquanto o genótipo BRSG28 ($143,0 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$), constatou maior CE, implicando maior liberação de eletrólitos na solução e uma menor integridade de membrana das sementes. A primeira implicação da redução de vigor das sementes é a elevada lixiviação de solutos, causada pela deterioração e por danos da membrana das sementes. Neste contexto, sementes mais deterioradas liberam aumento de lixiviados na água de imersão (Barbieri et al., 2012). Segundo o mesmo autor, os açúcares, aminoácidos, ácidos graxos, enzimas e íons orgânicos (K^+ , Ca^{3+} , Mg^{3+} e Na^+) são os lixiviados liberados na solução de imersão.

O teste de emergência de plântulas a campo apresentou diferenças no desempenho entre os genótipos de girassol. Para o PE, os genótipos M734(T), BRSG28, BRSG30, V60415, V70153 e HLA06270, foram superiores aos demais, enquanto que o genótipo SYN034A teve o menor desempenho com apenas 46% das plântulas emergidas, o que resultaria em um reduzido stand de plantas, implicando que os genótipos M734(T), BRSG28, BRSG30, V60415, V70153 e HLA06270 apresentaram melhor adaptabilidade as condições climáticas no período de condução do experimento. Estudos realizados por Santos et al. (2013), observaram que o percentual de emergência de plântulas, dos genótipos Agrobela962, Catissol01 e Agrobela972, aos três dias após a semeadura (DAS), foram 54%, 33% e 4%, respectivamente. Resultados diferentes ao obtido neste trabalho, possivelmente devido aos distintos números de dias de avaliação, pois Santos et al. (2013) avaliou no 3º DAS, enquanto neste trabalho as avaliações foram diárias durante 7 DAS.

O atraso na emergência de plântulas expõe as sementes à ação dos patógenos de solo por maior período de tempo, aumentando a possibilidade de infecção e colonização do eixo embrionário (Machado, 2000). Para sementes de girassol, acima de 45% de reservas oleaginosas, esse atraso é ainda mais agravante, pois beneficia a infecção por patógenos, aumentando

as chances de deterioração em função da peroxidação de lipídios (Ramos et al., 2009).

O IVE foi superior para genótipos BRSG30, HLA06270, BRSG28, M734(T), V60415 e V70153, enquanto que os genótipos SYN042, SY4065 e SEM822, apresentaram desempenho mediano e os genótipos, SYN 045, SYN 039 e SYN 034A, apresentaram o pior desempenho. Estudo realizado por Ramos et al. (2009), ao avaliar emergência e crescimento inicial de plântulas de girassol sob resíduos de cana-de-açúcar, obtiveram média de IVE de 1,64, enquanto neste trabalho a média foi de 2,5. Este resultado distinto pode ser devido à adaptação dos genótipos em estudo, como também do

substrato utilizado. Valores maiores de IVE resultam no estabelecimento mais rápido da cultura em campo, garantindo teoricamente, maiores chances de sobrevivência e melhor desenvolvimento da planta.

As variáveis que apresentaram diferenças (Tabela 2) comprovaram a existência de ampla variabilidade genética entre os genótipos em estudo. Esta existência em uma população é fator decisivo para o sucesso do programa de melhoramento de genótipos em estudo, pois mostraram inicialmente promissoras, determinando as estimativas de parâmetros genéticos (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativas de parâmetros genéticos das variáveis dos genótipos de girassol. UESB, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil, 2013.

	VP	VG	VE	CV _P (%)	CV _G (%)	CV _E (%)	<i>b</i> (CV _G /CV _E)	<i>h</i> ² (%)	GA (%)
P100	1,27	1,25	0,02	15,83	15,74	1,72	9,15	99,00	31,78
PG	108,57	90,95	17,62	12,78	11,70	5,15	2,27	84,00	26,40
IVG	1,97	1,71	0,26	13,91	12,97	5,03	2,58	87,00	28,77
CE	288,88	279,11	9,77	17,60	17,30	3,24	5,34	97,00	35,73
PE	264,99	249,02	15,97	21,30	20,65	5,23	3,95	94,00	43,66
IVE	0,43	0,41	0,02	25,80	25,23	5,39	4,68	96,00	52,47

P100- peso de 100 sementes. PG - percentual de germinação. IVG - Índice de velocidade de germinação. CE - condutividade elétrica. PE - Percentual de emergência. IVE-Índice de velocidade de emergência. VP - Variação fenotípica. -VG - Variação genotípica. VE - Variação ambiental. CV_P - Coeficiente de variação fenotípica, CV_G - Coeficiente de variação genotípica, CV_E - Coeficiente de variação ambiental, *b* (CV_G/CV_E), *h*² - Herdabilidade, GA - Ganho genético. * - significância a p<0,01. ns - não significativo.

Fonte: Dados da pesquisa

Na tabela 3, verifica-se que a variação genotípica foi superior à variação ambiental, sendo a variância fenotípica maior devido ao fator genético, havendo muita variabilidade genética e pouca influência do ambiente, assim é fácil executar a seleção, o que indica a possível influência ambiental sobre os genótipos durante germinação de sementes e emergência de plântulas, em relação às variáveis avaliadas. Contudo, a variância genotípica (VG) foi superior à variância ambiental (VE); isso implica dizer que a variância fenotípica (VP) deve-se mais ao fator genético que ao componente ambiental; nesse sentido, recomenda-se realizar o melhoramento genético. Sendo avaliados e comparados os coeficientes de variação fenotípica (CV_P), genotípica (CV_G), ambiental (CV_E), relação CV_G e CV_E (*b*), herdabilidade (*h*²) e ganho genético como percentagem da média (GA%).

Os maiores e menores coeficientes de variação fenotípica ocorreram, respectivamente, nas variáveis, índice de velocidade de emergência (IVE = 25,80) e percentual de emergência (PG = 12,78). O coeficiente de variação fenotípica foi elevado para o índice de velocidade de emergência (IVE = 25,80%) e percentual de emergência (PE = 21,30%), moderado para a condutividade elétrica (CE = 17,60%), o peso de 100 sementes (P100 = 15,83%), o índice de velocidade de germinação (IVG = 13,91%) e o percentual de germinação (PG = 12,78%) (Tabela 3.).

Para Silveira et al. (2010) o coeficiente de variação fenotípica é resultante da ação conjunta dos efeitos genéticos e do ambiente e desta maneira, a variação do ambiente obscurece a variação de natureza genética. Neste contexto, quanto maior for a proporção da variação em

virtude do ambiente em relação à variabilidade total, mais difícil será a seleção de genótipos de forma efetiva, principalmente em relação à seleção de novas linhagens a partir de variedades melhoradas para novos híbridos comerciais.

Houve alto coeficiente de variação genotípica (CV_G), devido a amplitude da variabilidade fenotípica com expressão genética entre os genótipos em estudo, decorrente dos materiais serem melhorados. A amplitude do coeficiente de variação genético foi de 11,70 (PG) a 25,23 (IVE), observando que as variáveis mais distintas entre os genótipos foram IVE seguida por PE, enquanto que para as demais, as variáveis são reduzidas pelo baixo CV_G . O CV_P foi maior que CV_G para todas as variáveis estudadas, indicando que os fatores ambientais influenciam a expressão fenotípica em maior ou menor grau. No entanto o CV_G indica que a seleção pode apresentar menor eficiência em ambientes conjuntos que naqueles individuais (Vasconcelos et al., 2012).

O CV_E foi baixo para as variáveis analisadas, com amplitude variando entre 1,72% para peso de cem grãos a 5,39 para Índice de velocidade de emergência (IVE). Nawab et al. (2008) relatam que a variação poligênica pode ser fenotípica, genotípica ou ambiental, e que os valores relativos destes coeficientes dão uma ideia sobre a magnitude da variabilidade.

O valor de b mostra maior influência de CV_G em relação à CV_E . Os valores obtidos dessa relação foram superiores a um; vê-se, nesse caso, que os efeitos genéticos destacaram-se em relação aos efeitos ambientais; as variáveis P100, PG, IVG, CE, PE e IVE demonstraram serem passíveis de seleção.

Foi observada em todas as variáveis analisadas uma alta herdabilidade, sendo considerada baixa entre 0 a 30, média entre 30 a 60% e, elevada acima de 60%. Resultados próximos foram obtidos por Silva et al. (2011), ao estudar estimativas de herdabilidade para caracteres agrônômicos em girassol. Estimativas altas de herdabilidade são indicadores de pouca influência ambiental nas expressões fenotípicas (Aruah, Uguru & Oyiga, 2012). Portanto, pode-se dar atenção significativa em programas de melhoramento genético de girassol visando à melhoria das características avaliadas (P100, CE, IVE, PE, IVG e PG), que apresentaram elevado valor de herdabilidade.

O melhoramento de girassol, para que seja realizado de forma mais hábil, é imprescindível

conhecer sua natureza e intensidade das variações de origem genética e do ambiente que agem sobre o caráter, tendo a herdabilidade o efeito cumulativo de todos os locos que o afetam. Deste modo, conhecida a herdabilidade, o avanço a ser esperado a partir da seleção de uma característica pode ser previsto, além de estimar a intensidade com que as variações de ambiente podem afetar sua expressão (Amorim et al., 2008).

Foi possível estimar ganhos genéticos de 28,77% para IVG; 26,40% para PG; 52,47% para IVE; 43,66% para PE; 31,78% para P100 e 35,73% para CE. O ganho genético para as variáveis analisadas foi elevado, abrangendo valores acima de 20%.

Resultados próximos foram obtidos por Natikar et al. (2013), ao estudarem variabilidade genética na terceira geração de duas variedades de girassol desenvolvido por meio de mutagênese induzida. Este parâmetro elvando juntamente com alta herdabilidade garante uma seleção eficiente para a melhoria das variáveis estudadas.

Os parâmetros testados nos genótipos de girassol mostraram diferença estatística, aliado aos valores mínimos e máximos de cada variável. Apresentou forte amplitude de expressão, o que, de certa forma, sugere a variabilidade existente para os genótipos estudados.

Conclusões

Os genótipos M734(T), BRSG28 e BRSG30, são os indicados para cultivos comerciais, pois obtiveram melhores desempenhos para as variáveis analisadas.

O parâmetro, índice de velocidade de emergência, obtém variação genotípica maior que ambiental, elevados coeficientes de variação, herdabilidade e ganho genético, sendo passível de fácil seleção para variabilidade genética.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES] e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia [FAPESB] pela concessão de bolsas de Doutorado.

Referências

- Amorim, E. P., Ramos, N. P., Ungaro, M. R. G., & Kiihl, T. A. M. (2008). Correlações e análise de trilha em girassol. *Bragantia*, Campinas, 67 (2), 307-316.
- Aruah, B. C., Uguru, M. I., & Oyiga, B. C. (2012). Genetic variability and inter-relationship among some Nigerian Pumpkin accessions (*Curcubita* spp.). *International Journal of Plant Breeding*, 6 (1), 34-41.
- Bacaxixi, P., Rodrigues, L.R., Bueno, C.E.M.S., Ricardo, H.A., Epiphanyo, P.D., Silva, D.P., Barros, B.M.C., & Silva, T.F. (2011). Teste de germinação de girassol (*Helianthus annuus* L.) *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 10 (20), 1-5.
- Barbieri, A. P. P., Menezes, N. L., Conceição, G. M., & Tunes, L. M. de. (2012). Teste de lixiviação de potássio para a avaliação do vigor de sementes de arroz. *Revista Brasileira de Sementes*, Londrina, 34 (1), 117-124.
- Brasil. Ministério da Agricultura (2009). *Regras para análises de aquênios*. Brasília: Mapa/ACS.
- Brasil. Ministério da Agricultura. (2005). *Padrões para produção e comercialização de sementes de girassol: cultivares não híbridas (variedades)*. Brasília: Mapa/ACS.
- Braz, M. R. S., Barros, C. S., & Rossetto, C. A. V. (2008). Teste de envelhecimento acelerado e deterioração controlada na avaliação do vigor de aquênios de girassol. *Ciência Rural*, Santa Maria, 38 (7), 1857-1863.
- Caldeira, C. M., Carvalho, M. L. M., Oliveira, J. A., Coelho, S. V. B., & Kataoka, V. Y. (2014). Vigor de sementes de girassol pela análise computadorizada de plântulas. *Científica*, Jaboticabal, 42 (4), 346–353.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. (2010). *Girassol*. Londrina: Embrapa.
- Lira, M. A., Chagas, M. C. M., Bristot, G., Dantas, J. A., & Lima, J. M. P. (2011). *Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido Nordeste*. Natal, RN: Embrapa.
- Fernández-Martinez, J. M., Velasco, L., & Pérezvich, B. (2008). Progress in the genetic modification of sunflower oil quality. *Proceedings of the International Sunflower Conference*, Cordoba, 1-14, 17.
- Machado, J. C. (2000). *Patologia de sementes: significado e atribuições*. In: N. M. Carvalho, & J. Nakagawa, Sementes: ciência, tecnologia e produção (p. 588). Jaboticabal: FUNEP.
- Marcos Filho, J. (2005). *Fisiologia de plantas cultivadas* (495p). Piracicaba: FEALQ.
- Moraes, M. T., Migliorini, P., Silva, V. R., Arnuti, F., & Zwirter, A. (2012) Qualidade fisiológica de aquênios cultivado no norte do Rio Grande do Sul. *Enciclopédia Biosfera* (Vol.8, N. 14, pp.798-806). Goiânia.
- Natarikar, P., Kadurappa M., Kage U., & Motagi, B. N. (2013). Genetic variability studies in induced mutants of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Plant Gene and Trait*, 4 (16), 86-89.
- Nawab, N. N., Subhani, G. M., Mahmood, K., Shakil, Q., & Saeed, A. (2008). Genetic variability, correlation, path analysis studies in garden pea (*Pisum sativum* L.). *Journal of Agricultural Research*, 46 (4), 34-36.
- Nobre, D. A. C., Costa, C. A., Brandão Jr., D. S., Resende, J. C. F., & Silva Flávio, N. S. D. (2015). Qualidade das sementes de girassol de diferentes genótipos. *Ciência Rural*, Santa Maria, 45 (10), 1729-1735.
- Oliveira, M. F., & Vieira, V. (2004). *Extração de óleo de girassol utilizando miniprensa* (Documentos, n.237, 30p). Londrina: Embrapa Soja.
- Ramos, N. P., Novo, M. C. S. S., Lago, A. A., & Ungaro, M. R. G. (2009). Girassol: emergência e crescimento inicial de plantas sob resíduos de cana de açúcar. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39 (1), 45-51.
- Santos, C. A. C., Peixoto, C. P., Vieira, E. L., Carvalho, E. V., & Peixoto, V. A. B. (2013).

Stimulate ® na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol. *Bioscience Journal*, 29 (3), 605-616.

Santos, R., Barros, H. B., Capone, A., Melo, A. V., Silva Cella, A. J., & Santos, W. R. (2012). Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. *Revista Brasileira de Ciência Agrária*, 7 (2), 247-254.

Santos, J. F., Peixoto, C. P., Almeida, J. A. R., Ribeiro L. O., & Santos, A. M. P. B. (2011). Qualidade Fisiológica de Sementes de Girassol (*Helianthus annuus* L.). *Enciclopédia Biosfera* (Vol. 7, N.13, pp.910-915). Goiânia

Santos, G. A. & Zonetti, P. C. (2009) Influência da temperatura na germinação e desenvolvimento do girassol (*Helianthus annuus* L.). *Iniciação Científica CESUMAR*, 11 (1), 23-27.

Safavi, S. A., Pourdad, S. S., Mohmmad Taeb, M., & Khosroshahli, M. (2010). Assessment of Genetic Variation among Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) Accessions using Agromorphological Traits and Molecular markers. *Journal of Food Agriculture and Environment*, Helsinki, 8 (3), 616-620.

Scheeren, B. R., Peske, S. T., Schuch, L. O. B., & Barros, A. C. A. (2010). Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 32 (1), 35-41.

Silva, J. A. G., Schwertner, D. V., Kruger C. A. M. B., Carbonera, R., Maixner, A. R., Garcia, D. C., Crestani, M., Gaviraghi, F., Martins, J. A. K., & Matter E. (2011). Estimativas de herdabilidade e correlações para caracteres agrônômicos em girassol. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas, 17 (1), 51-59.

Silveira, G., Carvalho, F. I., Oliveira, A. C., Valério, I. P., Benin, G., Ribeiro, G., Crestani, M., Luche, H. S., & Silva, J. A. G. (2010). Efeito da densidade de semeadura e potencial de afilhamento sobre a adaptabilidade e estabilidade de trigo. *Bragantia*, Campinas, 69 (1), 63-70.

Talamini, V., Almeida, N. Á., Lima, N. R. S., Silva, A. M. F., Carvalho, H. W. L., & Sousa, R. C.

(2011). *Avaliação da qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol introduzidas para cultivo em Sergipe* (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 67, 20p).

Thomazin, A., & Martins, L. D. (2011). Qualidade física e fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) cultivar MG2 em condições de casa de vegetação e laboratório. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, 7 (13), 1-9.

Vasconcelos, E. S., Reis, M. S., Sedyama, T., & Cruz, C. D. (2012). Estimativas de parâmetros genéticos da qualidade fisiológica de sementes de genótipos de soja produzidas em diferentes regiões de Minas Gerais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 33 (1), 65-76.

Recebido em: 05/05/2015

Aceito em: 18/12/2017