

PARÂMETROS GENÉTICOS EM HÍBRIDOS DE GIRASSOL NAS CONDIÇÕES DO ARENITO CAIUÁ

Juliana Parisotto Poletine¹, Juliano Guilherme Sapia¹ e Cleber Daniel de Goes Maciel²

¹Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87501-190, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: jppoletine@uem.br, guilhermesapia@hotmail.com

²Universidade do Centro Oeste – UNICENTRO, Departamento de Agronomia, Campus de Guarapuava. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, CEP: 85.040-080, Guarapuava, PR. E-mail: cmaciel@unicentro.br

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar parâmetros genéticos em 23 híbridos de girassol. O experimento foi conduzido em Umuarama - PR, (2012/2013). Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e médias comparadas pelo teste de Scott- Knott a 5% de probabilidade. Parâmetros genéticos foram calculados através do Programa Genes. Constataram-se diferenças significativas para todas as características analisadas e coeficientes de variação entre 0,64 e 11,79%, demonstrando existência de variabilidade entre genótipos e confirmando precisão experimental. Excetuando-se os materiais comerciais, destacaram-se os genótipos SYN 3950 HO (mutante alto oléico – 41,95%), BRS G35 (44,45%) e MG 341 (44%). Contrastando-se os genótipos para rendimento de grãos e teor de óleo destacou-se o desempenho de BRS G30, com rendimento de grãos e teor de óleo superiores. Com relação aos parâmetros genéticos, a variância genética foi superior à ambiental para todas as características, exceto para estande de plantas, tamanho do capítulo e teor de óleo. Herdabilidades no sentido amplo variaram entre 61,59% e 99,87%, indicando a recomendação desses genótipos na região estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Variabilidade genética, melhoramento de plantas, *Helianthus annuus* L., características.

GENETIC PARAMETERS IN SUNFLOWER HYBRIDS IN ARENITO CAIUA CONDITIONS

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate genetic parameters from 23 sunflower hybrids. Experiment was developed in Umuarama County, Parana State in 2012/2013 cropping season. Experimental design used was randomized complete block with four replications. Data from morphological characters and oil content were submitted to variance analysis by using F test and means compared by Scott -Knott test (5%). Genetic parameters were obtained through Gens Program. Variance analysis evidenced significant differences for all observed characteristics and coefficient of variation between 0.64 and 11.79%, showing genetic variability among genotypes and confirming experimental precision. In this study, except for commercial genotypes, there was outstanding for SYN 3950 HO (high oleic mutant – 41.95%), BRS G35 (44.45%) and MG 341 (44%). In a general way, contrasting these 23 genotypes for characteristics of greatest interest, grain yield (kg ha⁻¹ and oil content (%)), outstands the performance of BRS G30 genotype, with higher grain yield and high oil content. In relation to genetic parameters, genetic variance was higher than environmental for all characteristics, except for plants stand, chapter diameter and oil content. Heritability's in narrow sense ranged between 61.59% and 99.87%, indicating the recommendation of these genotypes in the studied region.

KEY WORDS: Genetic variability, plant breeding, *Helianthus annuus* L., characteristics.

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma planta da família das Asteraceae, originária da América do Norte, cuja semente vem sendo utilizada principalmente para a extração de óleo, o qual é considerado de alta qualidade nutricional e sensorial (aroma e sabor). A semente de girassol possui aproximadamente 24% de proteínas e 47,3% de óleo, sendo rica em ácidos graxos poliinsaturados, além de possuir baixa quantidade de ácidos graxos saturados (Storch et al., 2008).

Constituiu-se na quinta oleaginosa em produção de grãos e em área cultivada (22,76 milhões de hectares) no mundo (Estados Unidos, 2008), na safra 2007, enquanto no Brasil foi cultivada em uma área de, aproximadamente, 100 mil hectares (Reunião..., 2007). Entre outros usos, suas sementes podem ser utilizadas para a fabricação de ração animal e para a extração de óleo de alta qualidade para consumo humano ou como matéria-prima para a produção de biodiesel (Leite et al., 2005). No Brasil, quando comparado a outras culturas, o girassol apresenta maior resistência à seca e a baixas temperaturas, além de ser pouco influenciado pela latitude, altitude e fotoperíodo (Castro et al., 1997).

Trata-se de uma oleaginosa que apresenta características agrônômicas importantes, maior resistência à seca, ao frio e a pragas do que a maioria das espécies normalmente cultivadas no Brasil. Apresenta ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas e seu rendimento é pouco influenciado pela latitude, altitude e pelo fotoperíodo. O aproveitamento do girassol é muito grande, seus grãos podem ser utilizados na alimentação humana e animal; suas raízes promovem considerável reciclagem de nutrientes, matéria orgânica pós colheita; servem para silagem e para adubação verde. Sua associação com a apicultura permite a produção de 20 a 40 kg de mel por hectare.

Segundo Castro et al. (1997), dentre os óleos vegetais, o óleo de girassol destaca-se por suas excelentes características físico-químicas e nutricionais. Possui alta relação de ácidos graxos poliinsaturados/saturados (65,3%/11,6% em média), sendo que o teor de poliinsaturados é constituído, em sua quase totalidade, pelo ácido linoléico (65% em média).

O conhecimento das variedades e dos híbridos é fundamental para difusão tecnológica da cultura e produção de grãos. Com os trabalhos dos geneticistas, foram introduzidas no mercado novas variedades e híbridos para colheitas mais seguras e produtivas. As variedades e híbridos de girassol são classificados pelo período de vegetação e o conteúdo de óleo.

O biodiesel é obtido de fontes renováveis tais como óleos e gorduras vegetais e animal, e de outras fontes. Por ser biodegradável, não tóxico e por possuir baixa concentração de substâncias aromáticas e cancerígenas, recebe o título de “combustível ecológico”. Pela

extensão territorial e devido às condições edafoclimáticas, o Brasil oferece exploração de biomassa com fins alimentícios, químicos e energéticos. Para o biodiesel, se encontram as oleaginosas que são matérias-primas de qualidade para a obtenção do produto, entre elas se encontram a mamona, soja, dendê, babaçu e girassol (Silva, 2006).

O girassol como oleaginosa tem se desenvolvido nas diversas regiões brasileiras, e devido às particularidades agronômicas, ou seja, sua resistência a fatores abióticos, adaptação, ciclo reprodutivo, época de semeadura e a crescente demanda do setor industrial e comercial, a cultura do girassol tem se constituído em uma importante alternativa econômica em sucessão a outras culturas produtoras de grãos, uma vez que os atuais sistemas agrícolas, que utiliza rotação restrita de cultura, são caracterizados pelos altos custos de produção e problemas fitossanitários. Segundo a Embrapa (2002), o girassol permite melhor aproveitamento da estrutura de produção com áreas ociosas e máquinas agrícolas, já que pode ser cultivado na entressafra, após a colheita da cultura de verão.

A adesão dos produtores à *Helianthus annuus* L., foi impulsionada graças a estudos tecnológicos recentes que apontam o girassol como uma das mais promissoras oleaginosas para a produção do biodiesel. Com um teor de óleo que pode oscilar entre 38 e 48%, dependendo do solo, do clima e do tipo de adubação usada, rende cerca de 600 quilos de óleo por hectare, contra 450 quilos, em média, obtidos com a cultura da soja.

A escolha adequada da cultivar mais produtiva e mais adaptada às condições da região consiste em uma tecnologia essencial para obter incremento na produtividade, especialmente por ser uma prática que não onera substancialmente o custo de produção (Paes, 2005). Por isso, a avaliação contínua de genótipos é de grande importância a fim de determinar o comportamento agrônomo dos mesmos e sua adaptação às diferentes condições locais (Porto et al., 2007), sendo de grande importância os ensaios de avaliação de genótipos (Heckler, 2002; Ivanoff et al., 2010).

Dessa forma, este estudo justifica-se pelo interesse e aumento da cultura do girassol no Brasil, principalmente, pelos resultados de pesquisa e tecnologias geradas, com o segmento industrial interessado em adquirir o produto para geração de biodiesel, assim como pela necessidade dos agricultores em novas opções de cultivo. Aliado a esse suporte tecnológico e à qualidade do óleo, as diversas formas de utilização, têm contribuído para o aumento da demanda de informações e tecnologias e, das perspectivas de aumento da área cultivada, sendo a avaliação de novos genótipos integrante imprescindível neste processo.

O estudo da adaptabilidade do cultivo de girassol nas diversas regiões brasileiras para produção de biodiesel, bem como o estudo de parâmetros genéticos, pode amenizar o déficit

energético do país e promover avanço tecnológico, inclusão social e desenvolvimento sustentável, assim como regionalmente, viabilizar uma nova alternativa lucrativa para pequenos e médios produtores do noroeste do estado do Paraná.

Considerando-se a possibilidade da interação genótipo x ambiente significativa, o objetivo deste estudo foi estudar os principais parâmetros genéticos, nas condições do Arenito Caiuá, sendo o mesmo parte de um projeto nacional conduzido pela Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campus Regional de Umuarama – Universidade Estadual de Maringá, região noroeste do estado conhecida como Arenito Caiuá, com coordenadas geográficas: S 23°47'20,4"; W 53°15'25,2" e altitude de 396m. O solo da área experimental caracteriza-se como Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (Embrapa, 2006), tendo sido cultivado com girassol na safra 2011/2012.

Vinte e três genótipos foram estudados (Tabela 1), dispostos num Delineamento em Blocos Casualizados, com quatro repetições. Semeou-se cada genótipo em uma parcela de 4 linhas de 6,0 metros de comprimento, espaçadas de 0,70 m. A distância entre plantas foi de 0,30m, totalizando 21 covas por linha. Colocaram-se três sementes por cova e a densidade de semeadura variou entre 40.000 a 45.000 plantas por hectare. Foi realizado o desbaste, sete dias após a emergência, deixando-se 21 plantas por linha.

Além da adubação recomendada (60 kg de N por hectare, 80 kg de P₂O₅ por hectare e 80 kg de K₂O por hectare, procedeu-se à recomendação de adubação com boro (B) (2,0 kg de B por hectare) via solo. A fonte de B utilizada foi ácido bórico, sendo misturada com o nitrogênio e potássio em cobertura aos 25 dias após a emergência das plantas. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foi feito de acordo com as necessidades, utilizando-se capinas e os produtos químicos recomendados para a cultura. A colheita de cada parcela foi realizada manualmente.

As duas linhas centrais foram colhidas (área útil), eliminando-se 0,50m de cada extremidade. Os capítulos foram cobertos com sacos de proteção TNT para impedir o ataque de pássaros.

Tabela 1 - Genótipos de girassol a serem avaliados no experimento e empresa obtentora (Umuarama, PR/2012 - 2013)

Nº. Genótipo	Nome Genótipo	Empresa Obtentora
1	M 734 (T)	Dow AgroScience
2	HELIO 358 (T)	Heliagro do Brasil
3	EMBRAPA 122 (T)	Embrapa Soja
4	SYN 3950 HO	Syngenta
5	BRS G30	Embrapa Soja
6	BRS G34	Embrapa Soja
7	BRS G35	Embrapa Soja
8	BRS G36	Embrapa Soja
9	BRS G37	Embrapa Soja
10	BRS G38	Embrapa Soja
11	BRS G39	Embrapa Soja
12	BRS G40	Embrapa Soja
13	BRS G41	Embrapa Soja
14	BRS G42	Embrapa Soja
15	EXP 24	Heliagro do Brasil
16	MG 341	Dow AgroScience
17	MG 305	Dow AgroScience
18	EXP 25	Heliagro do Brasil
19	EXP 26	Heliagro do Brasil
20	SRM CIRO	Geneze Sementes
21	SEM 767	Geneze Sementes
22	SEM 779 CL	Geneze Sementes
23	V 100964	Advanta

As seguintes características foram avaliadas:

- a) Estande final (STD): número de plantas na área útil, por ocasião da colheita;
- b) Dias para floração inicial (DFI): quando 50% das plantas na parcela apresentar pétalas amarelas (R4). R4 caracteriza-se por apresentar as primeiras flores liguladas que, frequentemente, são de cor amarela;
- c) Dias para maturação fisiológica (DMF): quando 90% das plantas da parcela apresentar capítulos com brácteas de coloração entre amarelo e castanho (30% de umidade nos aquênios);
- d) Altura da planta (AP): obtida através da média de 10 plantas competitivas na área útil, medidas em plena floração. A altura será do nível do solo até a inserção do capítulo. Floração plena (R5.5) – 50% das flores do capítulo estão abertas;
- e) Curvatura do Capítulo (CC): avaliação visual, conduzida de acordo com a escala de classificação proposta por Knowles (1978);

- f) Tamanho do capítulo (TC): obtido através da média de 20% das plantas competitivas, na área útil da parcela, medidas no ponto de maturação fisiológica. Utilizou-se fita métrica;
- g) Número de plantas quebradas (NPQ): por ocasião da colheita na área útil;
- h) Número de plantas acamadas (NPA): por ocasião da colheita, na área útil. Considerou-se plantas acamadas aquelas que apresentam um ângulo $> 45^\circ$ em relação à vertical;
- i) Rendimento de grãos (REND): em kg por parcela, obtido na área útil da parcela;
- j) Umidade dos grãos (UMI%): medida por ocasião da pesagem dos aquênios para que se possa proceder à correção do rendimento de aquênios para a umidade padrão de 11%;
- k) Massa de mil aquênios (MMA): expresso em gramas;

Após a colheita e debulha dos experimentos, uma amostra de grãos de cada parcela foi retirada e moída para a realização da análise química do teor de óleo. Estas análises foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas da Embrapa Soja, em Londrina – PR, pela metodologia de NIR (análise de refletância no infravermelho próximo), utilizando um instrumento NIR System 6500 com curvas de calibração desenvolvidas no próprio laboratório.

Os dados foram submetidos à análise de variância (teste F) a 5% de probabilidade, exceto para número de plantas acamadas e quebradas (sem ocorrência). As médias das cultivares foram agrupadas utilizando-se o teste de Scott & Knott (1974). Além da análise de variância individual, as características do experimento foram classificadas em função da determinação do coeficiente de variação residual (que deve ser inferior a 20%). Utilizou-se o Programa Computacional SISVAR.

Para a determinação dos principais parâmetros genéticos: variância genética (s^2g), variância ambiental (s^2e), herdabilidade (h^2 (%)), coeficiente de variação genotípico (CVg (%)) e a razão entre o coeficiente de variação genotípico e ambiental (CVg/CVe) os dados foram submetidos ao Programa Computacional Genes (Cruz, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância (Tabela 2) constatou-se que houve diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade, para as todas as características avaliadas, demonstrando a existência de variabilidade entre os genótipos e sugerindo que tais características são importantes na quantificação da divergência genética. O coeficiente de variação oscilou de

0,64 a 11,79% revelando adequada precisão experimental próximos aos encontrados por Amorin et al. (2007) e Vogt et al., 2010 e conforme recomendado por Gomes (1984).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para as características avaliadas em 23 híbridos de girassol (Umuarama, PR/2013)

FV	GL	Quadrados Médios									
		REND	DFI	DMF	MMA	UMI	TC	STD	AP	CC	ÓL
		kg ha ⁻¹	Dias	dias	g parc ⁻¹	%	cm	Pl parc ⁻¹	cm		%
Blocos	3	54049.28	2,99	0,50	14,25	0,17	1,54	10,52	149,66	0,03	9,79
Genótipos	22	510778.95*	120,68*	257,31*	5156,01*	51,22*	7,31*	16,01*	2049,27*	0,69*	23,52*
Resíduo	66	21139.43	3,50	0,34	57,18	1,23	1,76	6,15	100,66	0,04	6,44
Média		1233,48	58,35	91,21	102,52	10,21	18,39	23,04	160,40	4,26	40,75
CV (%)		11,79	3,21	0,64	7,38	10,88	7,22	10,76	6,25	4,49	6,23

*significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F. REND = rendimento de grãos; DFI = dias para floração inicial; DMF = dias para maturação fisiológica; MMA = massa de mil aquênios; UMI = umidade dos grãos; TC = tamanho do capítulo; STD = estande final; AP = altura de plantas; CC = curvatura do capítulo; ÓL = teor de óleo.

A Tabela 3 apresenta os valores médios para as dez características avaliadas, com o agrupamento pelo teste de Scott & Knott (1974) a 5% de probabilidade. Para a característica REND (rendimento de grãos por hectare), observou-se a formação de cinco grupo distintos, com rendimento médio de 1233,48 kg ha⁻¹, com os genótipos BRS G30 e BRS G36, obtidos pela Embrapa Soja, apresentando-se como os mais produtivos, não sendo ainda um material comercial, mas sim, em fase final de avaliação, para posterior recomendação. O segundo grupo contemplou os genótipos Hélio 358 (T), considerado testemunha comercial, BRS G34, BRS G35, BRS G40 (Embrapa Soja) e MG 305 (Dow AgroScience), com rendimento de grãos acima da média do conjunto genotípico.

Balbinot Jr. et al. (2009), em ensaio de avaliação de cultivares na safra 2007/2008 para a mesma época de semeadura, no estado de Santa Catarina, obtiveram produtividade média inferior à deste ensaio, tanto para cultivares quanto para híbridos. Isso ocorreu por deficiência hídrica no enchimento dos grãos, apresentando no centro do capítulo aquênios com reduzida massa. Cabe destacar que, durante o período de enchimento de grãos (dezembro – janeiro), a precipitação pluviométrica acumulada ultrapassou 240 mm, o que contribuiu para rendimento de grãos superiores. Matter et al. (2009), na região sul do Brasil, encontraram valores superiores para rendimento de grãos (2485,04 kg ha⁻¹), utilizando genótipos semelhantes aos do presente estudo.

Poletine et al. (2012), em estudo conduzido também no município de Umuarama, concluíram que, embora restrita, ocorreu variabilidade genética entre 16 híbridos de girassol para as características morfoagronômicas avaliadas, exceto para peso de 1000 aquênios e altura de plantas. Nesse trabalho, destacou-se o híbrido SYN 045, comportando-se como o mais produtivo.

Com relação ao estudo das características dias para floração inicial (DFI) e dias para maturação fisiológica (DMF), os genótipos foram agrupados em cinco e sete grupos, respectivamente, demonstrando a diferença na duração do ciclo entre os materiais avaliados. Ciclos mais longos foram observados para os genótipos M 734 (T), BRS G35, BRS G36, EXP 24, MG 341, MG 305, EXP 25, SRM CIRO, SEM 767, SEM 779 CL e V100964, com os mesmos levando 98 dias para atingir a maturação final.

Quanto à MMA, os híbridos apresentaram peso médio de 102,52 g, semelhante aos valores obtidos por Backes et al. (2008), Balbinot Jr. et al. (2009) e muito superior aos resultados de Amorim et al. (2008) e Poletine et al. (2012), ocorrendo a formação de oito grupos distintos.

Na análise da característica umidade (UMI%), formaram-se cinco grupos, demonstrando alta variabilidade genética, com variação de 6,05 a 17,75%. Tais valores foram superiores a ensaios conduzidos no município de Umuarama, nas safras 2010/2011 e 2011/2012, cujos dados ainda não foram publicados. Já o tamanho médio do capítulo (TC) alcançou 18,39cm, concordando com Castro et al. (1996) e Rossi (1998), autores que citam que tal característica varia de 6 a 50cm, dependendo do genótipo, com valores superiores alcançados por alguns híbridos comerciais e confirmando os resultados de Amorim et al. (2008) e Poletine et al. (2012).

Tabela 3 – Análise do agrupamento de médias de dez caracteres agronômicos avaliados em 23 genótipos de girassol (UEM, Umuarama – PR, 2012).

Genótipos	Características Agronômicas									
	REND (kg ha ⁻¹)	DFI (dias)	DMF (dias)	MMA (g)	UMI (%)	TC (cm)	STD (pl parc ⁻¹)	AP (cm)	CC	ÓLEO (%)
M 734 (T)	1225,0 c	63 a	99 a	132,36 c	13,25 c	18,50 a	25 a	167,25 c	4,75 b	35,50 b
HELIO 358 (T)	1625,0 b	56 b	84 c	74,64 g	7,50 e	19,25 a	24 a	132,50 e	4 c	43,25 a
EMBRAPA 122 (T)	612,5 e	51 d	76 g	74,85 g	7,50 e	15,75 b	22 a	121,75 f	4 c	41,00 a
SYN 3950 HO	1215,0 c	46 e	91 b	85,58 f	8,50 d	19,75 a	26 a	146,50 d	4 c	41,95 a
BRS G30	1935,0 a	52 d	98 a	95,92 e	9,75 d	19,00 a	20 b	192,75 a	4,75 b	40,75 a
BRS G34	1462,5 b	50 d	91 b	69,20 h	6,75 e	18,75 a	22 a	175,00 c	4 c	37,75 b
BRS G35	1062,5 d	62 a	98 a	121,15 d	12,75 c	19,00 a	22 a	144,50 d	4 c	44,45 a
BRS G36	1915,0 a	64 a	98 a	137,00 c	14,75 b	17,75 b	24 a	183,75 b	5 a	39,25 b
BRS G37	1615,0 b	58 b	91 b	68,23 h	7,25 e	20,75 a	25 a	168,00 c	4 c	41,75 a
BRS G38	1212,5 c	54 c	79 f	74,38 g	7,00 e	18,75 a	25 a	160,75 c	4,5 b	39,50 b
BRS G39	865,0 e	57 b	84 c	72,37 g	6,75 e	16,50 b	24 a	154,25 d	4 c	37,35 b
BRS G40	1542,5 b	57 b	83 d	69,56 h	7,25 e	18,75 a	24 a	153,00 d	5 a	40,25 a
BRS G41	892,5 e	57 b	82 e	62,50 h	6,00 e	19,75 a	17 b	181,00 b	4 c	42,50 a
BRS G42	717,5 e	54 c	78 f	62,50 h	6,25 e	15,75 b	24 a	112,50 f	4 c	39,25 b
EXP 24	757,5 e	64 a	98 a	152,50 b	15,25 b	16,25 b	20 b	169,25 c	4 c	38,50 b
MG 341	1077,5 d	64 a	98 a	117,50 d	11,75 c	18,50 a	23 a	170,50 c	4 c	44,00 a
MG 305	1592,5 b	64 a	98 a	177,50 a	17,75 a	19,25 a	25 a	180,50 b	4 c	43,00 a
EXP 25	1132,5 d	63 a	98 a	103,75 e	10,25 d	20,25 a	22 a	169,50 c	4 c	42,00 a
EXP 26	1037,5 d	58 b	84 c	80,00 g	8,00 e	18,75 a	23 a	152,50 d	4 c	42,00 a
SRM CIRO	1127,5 d	64 a	98 a	134,48 c	12,19 c	17,50 b	24 a	175,75 c	5 a	42,25 a
SEM 767	1335,0 c	64 a	98 a	99,73 e	9,98 d	17,25 b	25 a	129,25 e	4 c	42,93 a
SEM 779 CL	1105,0 d	64 a	98 a	113,64 d	11,36 c	18,50 a	24 a	201,75 a	5 a	36,50 b
V 100964	1307,5 c	60 a	98 a	178,51 a	17,11 a	18,75 a	23 a	146,75 d	4 c	41,50 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knot, a 5%. REND = rendimento de grãos; DFI = dias para floração inicial; DMF = dias para maturação fisiológica; MMA = massa de mil aquênios; UMI = umidade dos grãos; TC = tamanho do capítulo; STD = estande final; AP = altura de plantas; CC = curvatura do capítulo; ÓL = teor de óleo.

Na análise do estande de plantas por parcela (STD), a aplicação do teste de Scott-Knott, evidenciou a formação de apenas dois grupos, demonstrando que há certa tendência em não encontrar-se variabilidade para tal característica, uma vez que se busca um número constante de plantas em cada tratamento. Na mesma área experimental, Poletine et al. (2012), não observaram significância para tal característica.

A característica altura de plantas (AP) houve a formação de seis grupos distintos, com variação entre os tratamentos de 112,50 a 201,75 cm para o genótipo SEM 779 CL. Nos dados obtidos por Poletine et al. (2012), a altura de plantas variou entre 174,8cm (híbrido Hélio 358 (T)) e 224,5 cm (híbrido QC 6730), corroborando a faixa de amplitude dos resultados obtidos por Castiglioni et al. (1994) e Embrapa (2011), mas inferiores aos dados publicados por Amorim et al. (2008). A curvatura do capítulo apresentou valor médio de 4,26, com avaliações feitas com base na metodologia proposta por Knowles (1978), aproximando-se das médias obtidas por Amorim et al. (2007), Vogt et al. (2010) e Poletine et al. (2012).

Coimbra et al. (2008), estudando híbridos de girassol, geneticamente semelhantes ao do presente estudo, no município de Palmas, TO, observaram valores médios de altura de plantas (115,77cm), produtividade de grãos (1230,8 kg ha⁻¹), peso de mil aquênios (48,5 g), tamanho do capítulo (14,6cm) e teor de óleo (47,8%), inferiores aos obtidos para o município de Umuarama, nesta análise, com exceção do teor de óleo (ÓL). Cabe destacar, que no experimento conduzido no estado do Tocantins, a semeadura ocorreu no mês de fevereiro, num local com temperatura superior e precipitação pluviométrica média durante todo o ciclo ao redor de 290 mm, demanda hídrica inferior ao da área do experimento neste estudo, podendo causar diminuição da produtividade e do teor de óleo (Acosta, 2009).

Em se tratando de teor de óleo, o teste de Scott-Knott separou os genótipos em dois grupos, com conteúdo médio de óleo de 40,75% (variando de 35,50 a 44,45%), considerado ideal para a cultura, concordando com resultados obtidos por Coimbra et al. (2008), cujo estudo revelou teores médios ao redor de 47,8%. Segundo a Embrapa (2011), em função dos resultados obtidos em municípios paranaenses e gaúchos, utilizando-se os mesmos genótipos do presente estudo, observaram-se teores de óleo de 44% em Campo Mourão, 43,4% em Londrina (municípios do estado do Paraná) e 46,3% em Pelotas, 41% em Rio Pardo e 45,7% em Coxilha, no estado do Rio Grande do Sul. Em todos os ambientes paranaenses e gaúchos, destacou-se o híbrido HLA 05-62, com teores de óleo variando de 44 a 53,4%, concordando com valores obtidos no estado do Piauí (49,2%), de acordo com Ribeiro e Carvalho (2011).

Poletine et al. (2012), no município de Umuarama, verificaram teor médio de óleo de 50,3%, com os genótipos SYN 042, SYN 045, SYN 034A e SYN 039A, apresentando

elevado teor de óleo. De acordo com a empresa obtentora, os genótipos SYN 042 e SYN 045 são considerados convencionais, enquanto SYN 034A e SYN 039A são mutantes alto oléicos, cujo grão produz um óleo que tem perfil de ácidos graxos modificados que, devido às suas características (perfil lipídico), não oxida facilmente, evitando o processo de hidrogenação parcial e, conseqüentemente, não gerando gordura “Trans”.

No presente estudo, excetuando-se os materiais comerciais, destacaram-se os genótipos SYN 3950 HO (mutante alto oléico – 41,95%), BRS G35 (44,45%) e MG 341 (44%).

As estimativas dos principais parâmetros genéticos das dez características estudadas nos 23 genótipos de girassol, cedidos pela Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Soja encontram-se dispostas na Tabela 4.

Tabela 4 – Estimativas de parâmetros genéticos de dez características avaliadas em 23 genótipos de girassol (Umuarama, PR/2013).

Descrição	Características									
	REND	DFI	DMF	MMA	UMI	TC	STD	AP	CC	ÓL
CVg (%)	28,36	9,28	8,79	14,50	34,02	6,41	6,81	13,76	9,51	4,97
CVg/CVe	2,41	2,89	13,66	1,86	3,12	0,89	0,63	2,20	2,12	0,80
s ² genética	122.409,1	29,29	64,24	86,06	12,24	1,39	2,46	487,15	0,164	4,09
s ² ambiental	21.139,1	3,50	0,34	24,93	1,26	1,76	6,15	100,66	0,037	6,47
h ² (%)	95,86	97,10	99,87	93,25	97,49	75,89	61,59	95,09	94,72	71,68

REND = rendimento de grãos; DFI = dias para floração inicial; DMF = dias para maturação fisiológica; MMA = massa de mil aquênios; UMI = umidade dos grãos; TC = tamanho do capítulo; STD = estande final; AP = altura de plantas; CC = curvatura do capítulo; ÓL = teor de óleo. CVg (%) = Coeficiente de variação genético; CVg/CVe = razão entre coeficiente de variação genético e coeficiente de variação residual; (s²g) = variância genética, (s²e) = variância ambiental e h² (%) = herdabilidade.

As definições e expressões dos coeficientes de herdabilidade e do coeficiente de variação genética têm por base os trabalhos de Namkoong (1979), Vencovsky & BARRIGA (1992) e Resende (2002).

Em relação à herdabilidade dos caracteres neste ambiente, foram averiguadas as maiores porcentagens nas variáveis dias para maturação final (99,87%) e umidade (97,49%). Entretanto, todas as características avaliadas apresentaram altas porcentagens de herdabilidade, com a menor magnitude observada para a característica estande de plantas (61,59%). O rendimento de grãos (kg ha⁻¹) apresentou herdabilidade da ordem de 95,86%, de alta magnitude e concordando com o trabalho conduzido por Amorim et al., (2007).

Além da herdabilidade, o coeficiente de variação genético (CVg) e a relação CVg/CVe (coeficiente de variação ambiental) são metodologias usadas para quantificar a variabilidade genética disponível na população, quando se deseja determinar o potencial para fins de melhoramento.

O coeficiente de variação genética (Tabela 4) foi menor para teor de óleo (4,97%) e maior para rendimento de grãos (28,36%), desconsiderando-se o caráter umidade de grãos, de importância secundária em um programa de melhoramento genético. De posse de tais dados, é possível inferir que o caráter rendimento de grãos foi o que expressou a maior variação genética entre os genótipos, portanto com maior potencial para a seleção. Acima de 10%, os coeficientes de variação genética são considerados altos de acordo com Oliveira et al. (2008).

Bastos et al. (2007), estudando a cultura da cana-de-açúcar, obtiveram valores estimados acima de 10% para o coeficiente de variação genética e afirmaram existir considerável variabilidade genética, sendo o maior valor estimado em torno de 20% para o caráter toneladas de brix por hectare.

O coeficiente de herdabilidade para a média entre genótipos foi alto para todos os caracteres (variando de 61,59 a 99,87%), indicando alto controle genético nos caracteres para a seleção, em destaque para o número de dias para a maturação final.

Por meio da razão entre o CVg e CVe maior que a unidade, infere-se pela facilidade na seleção para todos os caracteres, exceto para tamanho do capítulo (0,89), estande (0,63) e teor de óleo (0,80). Além disso, as altas herdabilidades obtidas para os demais caracteres também contribuem para a seleção. Pelos resultados é possível identificar genótipos com características agrônomicas complementares e divergentes que poderiam ser utilizados em esquemas de hibridação e/ou seleção com o objetivo de incorporar as características favoráveis de cada parental em uma mesma população ou mesmo obter novas linhagens, a partir desses genótipos, disponibilizando nova variabilidade aos programas de melhoramento genético da cultura (Tabela 4), corroborando os dados obtidos por Rigon et al. (2012).

Confirmando todos os resultados anteriormente descritos, para todas as variáveis estudadas, exceto tamanho do capítulo, estande e teor de óleo, a variância genética foi elevada e altamente superior à variância ambiental indicando que a expressão desses importantes componentes de produção, em sua maior parte, é devida aos efeitos genéticos, sugerindo assim possibilidade de sucesso para a seleção neste ambiente.

Conforme descreve Falconer (1987), a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor genético neste ambiente foi altamente satisfatória e conseqüentemente

proporciona ao fitomelhorista perspectivas favoráveis para uma seleção com base nesses caracteres, além de um indicativo de sucesso na recombinação dos genótipos avaliados.

De acordo com Amorim & Souza (2005), a extração de linhagens a partir de variedades melhoradas e/ou híbridos simples comerciais é uma alternativa viável, pois esses genótipos foram testados em vários ambientes sendo que, no caso dos híbridos, ainda é possível contar com uma grande proporção de locos favoráveis já fixados.

De forma geral, contrastando-se os 23 genótipos para as características de maior interesse, rendimento de grãos (kg ha^{-1} e teor de óleo (%)), destaca-se a performance de BRS G30, com rendimento de grãos superior, além de alto teor de óleo, estando o mesmo ainda em fase final de avaliação, segundo o Programa de Melhoramento Genético de Girassol da Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Soja.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitiram concluir que existe variabilidade genética entre os 23 materiais genéticos de girassol, para todas as características morfoagronômicas avaliadas.

Com relação ao estudo dos parâmetros genéticos, para sete das dez características estudadas, a variância genética apresentou maior magnitude em relação à variância ambiental, resultando em valores de elevada herdabilidade para os caracteres.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, J.F. **Water consumption of sunflower crop in irrigated region of Chapada do Apodi - RN State**. 2009. 56p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais.
- AMORIM, E. P.; SOUZA, J. C. Híbridos de milho inter e intrapopulacionais obtidos a partir de populações s_0 de híbridos simples comerciais. **Bragantia**, Campinas. v.64, n.4, p. 561-567, 2005.
- AMORIM, E. P., RAMOS, N. P., UNGARO, M. R. G., KIIHL, A. M.T. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 31, n. 6, p.1637-1644, 2007.
- AMORIM, E. P., RAMOS, N. P., UNGARO, M. R. G., KIIHL, A. M.T. Correlações e Análise de Trilha em Girassol. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.307-316, 2008.
- BACKES, R. L., SOUZA, A. M., BALBINOT JUNIOR, A. A., GALLOTTI, G. J. M., BAVARESCO, A. Desempenho de cultivares de girassol em duas épocas de Plantio de safrinha no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.41-48, 2008.
- BALBINOT JUNIOR, A. A., BACKES, R. LUIZ., SOUZA, A. M. de., 2009. Desempenho de cultivares de girassol em três épocas de semeadura no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.2, p.127-133, Mar./Abr. 2009.

BASTOS, I. T. et al. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.04, p.195-203. 2007.

CASTIGLIONI, V.B.R., BALLA, A., CASTRO, C. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina, Embrapa Soja, 1994, 24p.

CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; LEITE, R.M.V.B. de C.; KARAM, D.; MELLO, H.C.; GUEDES, L.C.A.; FARIAS, J.R.B. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa- CNPSo, 1997. 36p. (Embrapa-CNPSo. Circular Técnica, 13).

CASTRO, C., CASTIGLIONI, V.B.R., BALLA, A. **Cultura do girassol: tecnologia de produção**. Londrina, Embrapa Soja, 1996, 19p.

COIMBRA, R. R., AMÁBILE, R. F., ARCHANGELO, E. R., ALMEIDA, M. B. de., MARTINS, E. C. A., VALADARES, L. L., BATISTA, A. P. Potencial produtivo e divergência genética de cultivares de girassol. **Revista Integração Universitária**, Palmas, v. 1, n. 2, p.3-8, 2008.

CRUZ, C. D. **Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV. 2001. 648p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja – 2002**. Girassol e Trigo. Londrina: Embrapa- CNPSo, 2002. 796p. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 218).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solo**. Rio de Janeiro: Cnpso, 2006. 412p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2011. **Informes da avaliação de genótipos de girassol 2010/2011 e 2011**. Londrina: CNPso, 2011. 98p.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service. **Oilseeds: world market and trade**. Washington, 2008. 34p. (Circular Series, FOP 2-08).

FALCONER, D. S. **Introdução a genética quantitativa**. Vicososa: UFV, 1987. 279p.

GOMES, F. P. **A Estatística Moderna na Pesquisa Agropecuária**. Piracicaba: Potafós, 1984. 160p.

HECKLER, J. C. Sorgo e girassol no outono-inverno, em sistema plantio direto, no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v. 32, n. 03, p. 517-520, 2002.

IVANOFF, M. E. A. *et al.* Formas de aplicação de nitrogênio em três cultivares de girassol na savana de Roraima. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 03, p. 319-325, 2010.

KNOWLES, P.E. Morphology an anatomy. In: Carter, J.F. (Ed.). **Sunflower science and technology**. Madison, ASA, 1978. p.55-88.

LEITE, R. M. V. B. C.; BRIGHENTI, A. M.; CASTRO, C. de. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 613p.

MATTER, E., SCHWERTNER, D.V., ANTONOW, D., MATTIONI, T.C., FONTANIVA, C., SILVA DA, A. J., GARCIA, D.C., KRÜGER, C.M.B., SILVA, J.A.G. **Parametros genéticos em caracteres de importância agronomica em girassol**. Palmas, Universidade Federal do Tocantins, 2009, p.1-5.

NAMKOONG, G. **Introduction to quantitative genetics in forestry**. Washington, D.C.: Forest Service, 1979. 342p. (Technical Bulletin, 1588).

OLIVEIRA, R. A. et al. Seleção de famílias de cana-de-açúcar via modelos mistos. **Scientia Agrária**, v. 09, n. 03, p.269-274, 2008.

POLETINE, J.P., MACIEL, C.D. de G., SOUZA, J.I., BARELLI, M.A.A., CABRAL, Y.C.F., OLIVEIRA, V.B., NEVES, L.G. Genetic divergence among sunflower genotypes based on morph agronomic traits in Parana State. **African Journal of Agricultural Research**, vol.7, n.45, p.6054-6061, 2012.

PAES, J. M. V. Utilização do girassol em sistema de cultivo. **Informe Agropecuário**, v.26, n.229, p.34-41, 2005.

PORTO, W. S.; CARVALHO, C. G. P.; PINTO, R. J. B. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genótipos de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.04, p. 491-499, 2007.

REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 17.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 5., Uberaba, 2007. Ata. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 207p. (Embrapa Soja. Documentos, 292).

RESENDE, M. D. V. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RIBEIRO, J. L., CARVALHO, C. G. P. de. **Evaluation of genotypes of sunflower in Mata Roma and Colinas County, Maranhão State, Brazil, in the agricultural year 2009/2010**. 19ª Reunião Nacional de Pesquisa de Girassol/7º Simpósio Nacional sobre a Cultura do Girassol - Aracaju/SE, 259. 2011.

RIGON, J. P. G., CAPUANI, S., CHERUBIN, M. R., ROSA, G. M., WASTOWSKI, A. D. Dissimilaridade genética de girassol por meio de caracteres quantitativos. **Ciência Rural**, v.42, p.1954 - 1959, 2012.

ROSSI, R. O. **Girassol**. Curitiba: Ed.Tecnoagro, 1998. 333p.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p.507-512, 1974.

SILVA, C. A. da. **Produção de biodiesel a partir de óleo bruto de girassol**. II Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Lavras, 2006. p.853-857.

STORCH, T.; CRUZ, J.; GETTENS, C.; OLIVEIRA, T.; SILVA, M; ZAMBIAZI, R. **Avaliação do índice de peróxido e índice de refração do óleo de girassol obtido por prensagem, em comparação ao óleo disponível no comércio**. XVII Congresso de Iniciação Científica e X Encontro de Pós-Graduação.Universidade Federal de Pelotas, 2008.

VENCOSVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VOGT, G. A., BALBINOT JUNIOR, A. A., SOUZA, A. M. de, 2010. Divergência genética entre cultivares de girassol no planalto norte catarinense. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.4, p.307-315, 2010.

Recebido para publicação em: 22/10/2013

Aceito para publicação em: 01/12/2013