

Avaliação da Produção e Estimativa de Parâmetros Genéticos em Genótipos de Girassol no Nordeste do Estado do Pará



ISSN 1983-0483

Junho, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Oriental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 118

Avaliação da Produção e Estimativa de Parâmetros Genéticos em Genótipos de Girassol no Nordeste do Estado do Pará

Rafael Moysés Alves
Jamil Char El Husny
Artur da Silva Ribeiro
Abel Jamir Ribeiro Bastos

Embrapa Amazônia Oriental
Belém, PA
2017

Disponível no endereço eletrônico:
<https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>

Embrapa Amazônia Oriental

Tv. Dr. Enéas Pinheiro, s/n.
CEP 66095-903 – Belém, PA.
Fone: (91) 3204-1000
Fax: (91) 3276-9845
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicação

Presidente: *Silvio Brienza Júnior*
Secretário-Executivo: *Moacyr Bernardino Dias-Filho*
Membros: *Orlando dos Santos Watrin*
Eniel David Cruz
Sheila de Souza Correa de Melo
Regina Alves Rodrigues

Supervisão editorial: *Narjara de Fátima Galiza da Silva Pastana*
Revisão de texto: *Izabel Drulla Brandão*
Normalização bibliográfica: *Luiza de Marillac P. Braga Gonçalves*
Editoração eletrônica: *Euclides Pereira dos Santos Filho*
Foto da capa: *Artur da Silva Ribeiro*
Colaborador: *Paulo Sérgio Pereira Barbosa*

1ª edição

Publicação digitalizada (2017)

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Embrapa Amazônia Oriental

Avaliação da produção e estimativa de parâmetros genéticos em genótipos de girassol no Nordeste do Estado do Pará / Rafael Moysés Alves... [et al.]. – Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017.

30 p. il. 15 cm x 21 cm. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Amazônia Oriental, ISSN 1983-0483, 118).

1. Girassol – Paragominas - Pará. 2. *Helianthus annuus*.
3. Melhoramento genético vegetal. 4. Genótipos. I. Alves, Rafael Moysés. II. Embrapa Amazônia Oriental. III. Série.

CDD (21. ed.) 633.85

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	15
Conclusões	25
Agradecimentos	25
Referências	26

Avaliação da Produção e Estimativa de Parâmetros Genéticos em Genótipos de Girassol no Nordeste do Estado do Pará

Rafael Moysés Alves¹

Jamil Chaar El Husny²

Artur da Silva Ribeiro³

Abel Jamir Ribeiro Bastos⁴

Resumo

Esta pesquisa teve por objetivo promover a avaliação final de dois ensaios de girassol instalados no Nordeste do Estado do Pará e estimar parâmetros genéticos para auxiliar na seleção dos genótipos. Os experimentos foram conduzidos em campo, no Município de Paragominas, PA, na safra de 2016. No Ensaio Final de Primeiro Ano (EF01) foram avaliados nove genótipos de girassol, em delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. Cinco genótipos tiveram bom comportamento produtivo no local do estudo e são passíveis de seleção. No segundo experimento, Ensaio Final de Segundo Ano (EF02), foram testados seis genótipos em delineamento idêntico ao do experimento anterior. Entretanto, o comportamento produtivo médio dos genótipos foi inferior ao primeiro experimento. Três genótipos (incluindo uma testemunha) se destacaram nesse

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências Agrárias, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

³Graduando em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia, bolsista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

⁴Graduando em Agronomia na Universidade Federal Rural da Amazônia, bolsista da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA.

ensaio e merecem ser avaliados em anos posteriores para novas observações. Nos dois experimentos, todas as variáveis apresentaram considerável variabilidade fenotípica, sendo a maior contribuição oriunda da variação genética. Isto revela excelentes possibilidades para a seleção nesses experimentos. As estimativas de herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo variaram de 28% a 78%, em que as maiores estimativas foram para rendimento de grãos. Isto confere segurança para a seleção dos genótipos. A produção de grãos esteve correlacionada negativamente com o ciclo reprodutivo e positivamente com o diâmetro do capítulo, indicando que são variáveis importantes para auxiliar na seleção de genótipos mais produtivos.

Termos para indexação: *Helianthus annuus*, produção, variabilidade, correlação genotípica.

Evaluation of Production And Estimate of Genetic Parameters in Sunflower Genotypes in the Northeast of Pará State

Abstract

This research aimed to promote the final evaluation of two sunflower experiments, carried out in the northeast of Pará State, and to estimate genetic parameters to assist in the selection of genotypes. The experiments were conducted on the field, in the municipality of Paragominas, PA, during the harvest of 2016. In Final Test of First Year (EF01), nine sunflower genotypes were evaluated in an experimental randomized block design, with four replications. Five genotypes had good productive behavior in this study and are eligible for selection. In the second experiment, Final Test of Second Year (EF02), six genotypes were tested with the same design of the previous experiment. However, the average productive behavior of genotypes was lower than the first experiment. Three genotypes (including one control) stood out in this test, and should be evaluated in later years for new observations. In both experiments, all variables showed considerable phenotypic variability, with the largest contribution arising from the genetic variation. This shows excellent possibilities for selection in these experiments. The heritability estimates of individual parcels in the broad sense ranged from 28% to 78%, where the

higher estimates were for grain yield. This provides safety for the selection of genotypes. Grain production was negatively correlated with reproductive cycle and positively with head diameter, indicating that these are important variables to assist in the selection of more productive genotypes.

Index terms: *Helianthus annuus*, production, variability, genotypic correlation.

Introdução

O cultivo do girassol (*Helianthus annuus* L.) tem apresentado expansão de área no Brasil ao longo dos últimos 10 anos. Essa cultura vem sendo utilizada para produção de óleo comestível, biodiesel, ornamentação e ração para animais, entre outras (SOUZA et al., 2015). O óleo produzido é de alta qualidade para consumo humano e produção de biocombustíveis. Destaca-se como fonte oleica preferida para consumo doméstico e de cozinha do mundo (HU et al., 2010). A partir da extração do óleo, são gerados subprodutos, como tortas e farelos, que podem ser utilizados na ração animal (SOUZA et al., 2011). A produção nacional de girassol, safra 2014/2015, foi de 153,2 mil toneladas, com produtividade média de 1.374 kg/ha, distribuída entre todas as regiões brasileiras, mas com maior concentração na região Centro-Oeste. Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) (ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS, 2016), os maiores estados produtores, na safra 2014/2015, foram Mato Grosso (86,4 mil toneladas), Minas Gerais (14 mil toneladas), Goiás (7,4 mil toneladas) e Rio Grande do Sul (3,3 mil toneladas).

Na safra 2015/2016 no Mato Grosso, por exemplo, a produtividade estimada da lavoura ficou em 1.390 kg/ha, rendimento 3,1% superior aos 1.348 kg/ha registrados na safra 2014/2015. A área plantada, entretanto, foi de 25,6 mil hectares na safra 2015/2016, representando uma redução de 70,4% em relação à safra 2014/2015. Isto decorre da destinação de áreas para o cultivo do milho safrinha, fato que reduziu a produção da oleaginosa para 35,6 mil toneladas, ante 116,5 mil toneladas da safra anterior, uma redução de 69,4% no período (ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS, 2016).

O girassol é uma cultura opcional para os sistemas de rotação e sucessão de culturas, por apresentar características agrônomicas desejáveis, como ciclo curto, ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, alta capacidade de adaptação a variações de latitude, longitude e fotoperíodo (SANTOS et al., 2015).

É empregada frequentemente em rotações de culturas, em virtude de seu grande potencial como reciclador de nutrientes, além de apresentar alelopatia às plantas invasoras, melhorando as características físicas do solo (COUTINHO et al., 2015). Esta versatilidade torna a cultura adequada para pequenos produtores, pois a cultura também apresenta outros produtos secundários que constituem fonte de renda alternativa, como produção de mel (UNGARO et al., 2009).

Entretanto, com a intensificação do cultivo, sua base genética ficou cada vez mais restrita, em razão de vários anos de seleção e domesticação, que reduziram a diversidade, quando equiparada aos materiais selvagens (NOORYAZDAN et al., 2011).

A diversificação dos genótipos, assim como a avaliação e seleção de novas cultivares adaptáveis às diversas regiões e condições de cultivo, são necessárias, tendo em vista o efeito da interação genótipo x ambiente, devendo-se privilegiar os materiais de ampla estabilidade ou realizar uma estratificação ambiental.

Diversos métodos de melhoramento estão sendo empregados para atender às necessidades dos produtores e fornecer materiais adaptáveis às mais variadas regiões, ambientes, formas e situações de cultivo, visando à consolidação do cultivo do girassol nas regiões produtoras do mundo (CRUZ; REGAZZI, 1994).

No Brasil, desde 1989, a avaliação e a seleção de genótipos de girassol de várias empresas têm sido realizadas por meio da Rede de Ensaio de Avaliação de Genótipos de Girassol, liderada pela Embrapa Soja. Para a seleção desses genótipos, estudos sobre a estimativa de parâmetros genéticos se fazem necessários, pois auxiliam na obtenção de ganhos genéticos no processo seletivo. Esses parâmetros têm papel essencial na quantificação da magnitude da variabilidade e na extensão em que os caracteres desejáveis podem ser herdados, possibilitando promover o avanço de um programa eficiente de melhoramento genético em determinada espécie (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

Desse modo, para que o melhoramento genético seja realizado de forma mais eficiente, é indispensável o conhecimento sobre a natureza e intensidade das variações de origem genética e de ambiente que atuam sobre o caráter, sendo a herdabilidade o efeito cumulativo de todos os locos que o afetam (AMORIM et al., 2008).

Esta pesquisa teve por objetivo avaliar caracteres morfoagronômicos e produtivos, bem como estimar parâmetros genéticos em dois ensaios de girassol que permitissem auxiliar a seleção dos genótipos mais adaptados às condições do Nordeste Paraense.

Material e Métodos

Dois experimentos foram conduzidos em campo, na Estação Experimental do Núcleo de Apoio a Pesquisa e Transferência de Tecnologia (Napt) Belém-Brasília, da Embrapa Amazônia Oriental, no Município de Paragominas, PA, latitude 2°59'51''S e longitude 47°21'13''W, no ano de 2016 (Figura 1). O solo profundo, bem drenado e quimicamente pobre, do tipo Latossolo Amarelo Distrófico argiloso com pH = 5,2 (RODRIGUES et al., 2003). O clima enquadra-se na classificação Awi de Köpen e B1wA'a', da classificação de Thornthwaite, com temperatura média de 26,3 °C e 81% de umidade, com 1,7 mil milímetros de precipitação pluviométrica/ano. A distribuição de chuvas na região caracteriza quatro períodos: chuvoso, entre fevereiro e maio; estiagem em junho; seco, entre julho e novembro; transição, entre dezembro e janeiro (BASTOS et al., 2005). Durante o período de condução dos experimentos, a precipitação pluviométrica foi de 565,6 mm.

No Ensaio Final de Primeiro Ano (EF01) foram avaliados nove genótipos de girassol, em fase final de avaliação antes do lançamento: CF 101, ADV 5504, BRS G37, BRS G40, BRS G49, BRS G50, BRS G51 e as testemunhas M 734 e SYN 045.



Figura 1. Vista geral dos experimentos de avaliação de genótipos de girassol, conduzidos em Paragominas, PA.

No Ensaio Final de Segundo Ano (EF02) foram avaliados seis genótipos de girassol, também em fase final de avaliação: Multissol, BRS G35, BRS G47, BRS G48 e as testemunhas M 734 e SYN 045.

Após o preparo do solo, foi efetuada a aplicação de herbicida pré-emergente. A correção do solo e a adubação foram realizadas de acordo com a análise de solo e conforme indicações técnicas para o cultivo de girassol (LEITE et al., 2007). Utilizou-se na adubação de base 35 kg.ha⁻¹ de N, 98 kg.ha⁻¹ P₂O₅ e 70 kg.ha⁻¹ de K₂O. Em cobertura houve aplicação de 120 kg.ha⁻¹ de N e 2 kg.ha⁻¹ de B.

O delineamento experimental, nos dois ensaios, foi em blocos casualizados, com quatro repetições, de modo que cada genótipo constituiu uma parcela com quatro linhas de 6 m de comprimento, espaçadas 0,7 m entre si. Cada linha era composta por 20 covas,

distantes 30 cm uma da outra. A densidade de semeadura foi de 47 mil covas.ha⁻¹. A semeadura ocorreu no dia 22 de março de 2016, manualmente, colocando-se três sementes em cada cova. Após a emergência (em 26 de março de 2016), realizou-se o desbaste, deixando-se uma planta em cada cova. Os tratos culturais constaram de uma capina e uma adubação de cobertura (Figura 2).



Foto: Artur da Silva Ribeiro

Figura 2. Desenvolvimento vegetativo de genótipos de girassol, instalados em Paragominas, PA.

As avaliações das variáveis relacionadas ao desenvolvimento vegetativo e reprodutivo foram realizadas ao longo do ciclo da cultura:

a) floração inicial (dias) – período compreendido entre a emergência e o aparecimento dos capítulos; b) maturação fisiológica (dias) – período compreendido entre a emergência e a maturação dos capítulos, sendo considerado o estágio R6; c) altura de plantas (cm); d) diâmetro do capítulo (cm) (Figura 3). Para a avaliação do rendimento de grãos, a colheita foi realizada nas duas linhas centrais de cada parcela, em uma área útil de 8,4 m², contendo 40 plantas. A produção da parcela foi

padronizada para umidade de 11% e extrapolada para quilogramas por hectare. Os dados, tomados em nível da média das parcelas, foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% utilizando-se o software computacional estatístico Genes (CRUZ, 2013).

Foto: Artur da Silva Ribeiro



Figura 3. Mensuração de capítulo, em ensaio de genótipos de girassol, instalados em Paragominas, PA.

As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas com base em modelos mistos do tipo REML/BLUP, empregando o software Selegen-Reml/Blup (RESENDE, 2007; RESENDE; DIAS, 2000). O modelo estatístico empregado foi o de avaliação de genótipos em um local e uma safra, várias repetições e média das parcelas, que é dado por $y = Xr + Zg + e$, em que: y é o vetor de dados; r é o vetor dos efeitos de repetição (assumidos como fixos) somados à média geral; g é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios); e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Resultados e Discussão

As estimativas médias das variáveis estudadas no primeiro ensaio (EF01) encontram-se na Tabela 1. A produtividade média de grãos do ensaio foi de 1.172 kg/ha. Foram destaque os genótipos BRS G51, CF101, BRS G49, BRS G50 e BRS G40, com valores superiores a 1.200 kg/ha, suplantando as duas testemunhas (Figura 4). Por outro lado, o genótipo ADV 5504 não teve boa adaptação às condições do teste. Comparadas com ensaios realizados em outros locais, porém com outros genótipos, as médias aqui apresentadas são inferiores, provavelmente em decorrência das condições de umidade extremamente elevadas nas fases iniciais de cultivo.



Foto: Artur da Silva Ribeiro

Figura 4. Genótipos de girassol, primeiro ensaio, fase reprodutiva. Paragominas, PA.

Portanto, há necessidade de estabelecer, para a região de Paragominas, a época mais apropriada para o plantio, para não comprometer o sucesso do empreendimento. Como indicação ainda preliminar, em anos normais de pluviosidade, essa época seria no início de abril.

Em ensaios realizados no Município de Colinas (Maranhão), Ribeiro et al. (2014), avaliando genótipos de girassol no período de 2010 a 2012, obtiveram produtividades médias de 1.427 kg/ha (2009/2010), 1.912 kg/ha (2010/2011) e 2.171 kg/ha (2011/2012).

Ainda no Maranhão, em avaliações de genótipos realizadas no Município de Mata Roma nos anos de 2008, 2009, 2010 e 2011, Ribeiro et al. (2012) observaram valores médios de produtividade de 2.014 kg/ha, 1.744 kg/ha, 1.687 kg/ha e 1.491 kg/ha, respectivamente. Segundo os autores, a baixa produtividade foi devida ao excesso de umidade durante o ciclo da cultura, indicando que a espécie não apresenta bom comportamento sob essas condições. Por outro lado, Leite et al. (2005) citam que o cultivo do girassol fora das épocas preferenciais compromete o rendimento de grãos, sendo a redução na produtividade das plantas dependente das condições edafoclimáticas das épocas marginais.

Rigon et al. (2013), avaliando oito híbridos de girassol na safra 2009/2010 no Estado do Rio Grande do Sul, obtiveram médias finais, em dois ensaios, com valores de 2.408 kg/ha e 3.064 kg/ha. Sala et al. (2015), em ensaios realizados no Distrito Federal, alcançaram rendimentos médios de 2.698 kg/ha.

No primeiro ensaio (EF01) verificou-se que os genótipos, em média, iniciaram a floração aos 45 dias de idade e atingiram a maturação fisiológica com 71 dias. Portanto, as condições ecológicas de Paragominas, especialmente a temperatura elevada, aceleram a fisiologia das plantas em 20 a 30 dias, quando comparada com algumas regiões produtoras brasileiras (BACKES et al., 2008). Dois grupos se formaram: um ligeiramente mais precoce, constituído por seis genótipos que seguiram o desempenho da testemunha M 734, e outro um pouco mais tardio, que acompanhou a outra testemunha (SYN 045). Os genótipos BRS G50, BRS G51 e CF 101 foram os que completaram o ciclo reprodutivo mais rápido, somente diferindo do genótipo BRS G37, que mais prolongou a maturação fisiológica.

Ribeiro et al. (2014), em ensaio realizado no Maranhão, observaram resultados médios de 45 a 54 dias até a floração inicial em experimentos realizados ao longo dos anos de 2010 a 2012.

Verificou-se que o vigor vegetativo das plantas (Tabela 1), refletido pela altura média das plantas (87 cm) e diâmetro do capítulo (10 cm), foi uniforme. O genótipo BRS G40 apresentou a maior altura, diferindo somente da testemunha SYN 045. Ribeiro et al. (2012) encontraram resultados em torno de 142 cm a 165 cm para altura média das plantas em ensaios realizados entre 2008 e 2011. Os resultados de Ribeiro et al. (2014) também corroboraram com as médias acima citadas. Alguns autores obtiveram médias bem superiores às encontradas neste ensaio, superando 150 cm (SALA et al., 2015), e até de 166 cm (SILVA et al., 2011) em média para altura das plantas.

Tabela 1. Dados médios das variáveis⁽¹⁾: rendimento de grãos; dias até a floração inicial; dias até a maturação fisiológica; altura das plantas e diâmetro do capítulo de híbridos e variedades de girassol do Ensaio Final de Primeiro Ano (EF01) – safra 2016, conduzido pela Embrapa Amazônia Oriental em Paragominas, PA, em 2016.

Genótipo	Rendimento de grãos (kg/ha)	Floração inicial (dias)	Maturação fisiológica (dias)	Altura das plantas (cm)	Diâmetro do capítulo (cm)
ADV 5504	647,5 d	43,0 b	70,5 ab	82,8 ab	9,9 ab
BRS G37	1079,3 bc	49,5 a	74,0 a	97,0 ab	10,0 ab
BRS G40	1222,1 ab	47,3 a	71,3 ab	105,6 a	11,0 ab
BRS G49	1460,3 ab	43,5 b	70,5 ab	82,2 ab	10,6 ab
BRS G50	1259,8 ab	43,5 b	69,0 b	81,8 ab	11,6 a
BRS G51	1584,6 a	43,0 b	69,0 b	88,5 ab	11,8 a
CF 101	1471,9 ab	43,0 b	69,8 b	81,0 ab	10,6 ab
M 734	1129,6 b	43,0 b	70,5 ab	84,3 ab	10,4 ab
SYN 045 (T)	691,5 cd	46,8 a	71,3 ab	78,7 b	8,9 b
Média	1171,9	44,7	70,6	86,9	10,5
C.V. (%)	14,8	2,8	2,2	12,7	9,7

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey.

Os genótipos BRS G50 e BRS G51 (11,6 cm e 11,8 cm, respectivamente) apresentaram os maiores diâmetros de capítulo, só diferindo da testemunha SYN 045, que apresentou o menor vigor dentre os materiais testados. Este resultado foi similar ao encontrado por Silva et al. (2011), com média de 13,5 cm, entretanto, seus valores mínimos não foram inferiores a 10 cm. Rigon et al. (2013) também encontraram valores superiores para o diâmetro do capítulo, com médias de 19 cm e 20 cm, corroborando positivamente para maiores valores em produção de grãos.

Foi verificado que os genótipos BRS G51 e M 734 foram levemente sensíveis ao ataque de doenças, como podridão-basal (*Sclerotinia sclerotiorum*) e mancha-cinzenta-da-haste (*Phomopsis helianthi*).

As estimativas médias das variáveis estudadas no segundo ensaio (EFO2) encontram-se na Tabela 2. Observou-se que a produtividade média (752,7 kg/ha) foi equivalente a 64% da obtida no ensaio anterior. Os genótipos Multissol e BRS G47 foram os destaques, porém não suplantaram em produtividade a testemunha M 734 (Figura 5).

Tabela 2. Dados médios das variáveis⁽¹⁾: rendimento de grãos; dias até a floração inicial; dias até a maturação fisiológica; altura das plantas e diâmetro do capítulo de híbridos e variedades de girassol do Ensaio Final de Segundo Ano (EFO2) – safra 2016, conduzido pela Embrapa Amazônia Oriental em Paragominas, PA, em 2016.

Genótipo	Rendimento de grãos (kg/ha)	Floração inicial (dias)	Maturação fisiológica (dias)	Altura das plantas (cm)	Diâmetro do capítulo (cm)
BRS G35	515,5 c	46,8 ab	73,0 A	71,7 Ab	8,2 ab
BRS G47	873,3 ab	43,0 b	69,0 B	61,8 B	6,2 b
BRS G48	457,8 c	43,5 ab	69,0 B	65,3 Ab	6,5 b
M 734 (T)	854,5 ab	45,5 ab	71,3 Ab	76,5 Ab	7,9 ab
Multissol	1173,1 a	44,3 ab	69,8 Ab	77,2 A	8,7 a
SYN 045 (T)	641,7 bc	47,3 a	69,8 ab	67,9 Ab	7,4 ab
Média	752,7	45,0	70,3	70,0	7,5
C.V. (%)	18,7	3,6	2,0	9,5	11,6

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não diferem entre si, ao nível de significância de 5%, pelo teste de Tukey.



Foto: Artur da Silva Ribeiro

Figura 5. Genótipos de girassol, segundo ensaio, fase reprodutiva. Paragominas, PA.

Em estudo conduzido por Silva et al. (2011), nas condições do Município de Maringá, PR, onde estavam presentes alguns dos genótipos aqui estudados, a produtividade média foi de 1.648 kg/ha, apresentando mínimos de 622 kg/ha e máximos de 2.485 kg/ha. Poletine et al. (2013) obtiveram resultados superiores a este ensaio, para todos os caracteres agrônômicos avaliados, sendo alguns híbridos comuns a este trabalho, como BRS G35, BRS G37, BRS G40 e M 734 (T). Ribeiro et al. (2014) trabalharam com alguns materiais presentes neste estudo, como os genótipos Multissol, M 734 e SYN 045. Todos os resultados para produtividade, dias até a floração, altura e tamanho do capítulo foram superiores aos apresentados neste trabalho.

As plantas deste experimento entraram em floração, praticamente, no mesmo período que o ensaio anterior (45 dias) e, também, completaram a maturação fisiológica com 70 dias. Os genótipos mais precoces foram BRS G47 e BRS G48, que completaram a maturação com 63

dias, só diferindo da BRS G35. Sala et al. (2015) e Silva et al. (2011) obtiveram 68 dias e 64 dias, respectivamente, em média, até a entrada em floração. Neste último trabalho, avaliado nas condições de Augusto Pestana, RS, a maturação fisiológica foi mais tardia, variando entre o máximo de 120 dias e o mínimo de 107 dias até esse estágio do desenvolvimento, possibilitando perceber, mais uma vez, as influências climáticas na fisiologia da espécie.

Quanto às variáveis de vigor, foi verificada acentuada diferença entre as plantas dos dois ensaios. Neste segundo experimento, as plantas foram menos vigorosas, com média geral de 70 cm de altura, assim como o tamanho do capítulo, que foi de 7,5 cm, tendo reflexos na menor produtividade.

Gomes et al. (2007) encontraram resultados semelhantes ao desta pesquisa ao avaliar genótipos de girassol em São Luís, MA, quanto às variáveis: dias até a floração e até a maturação fisiológica. Seus resultados foram de 44,3 e 76,3 dias, na média do ensaio, respectivamente, contra 44,7 e 70,6 dias (obtidos no primeiro ensaio) e 45 e 70,3 dias (segundo ensaio). Em contrapartida, esses mesmos autores obtiveram resultados bem inferiores de rendimentos de grãos, com média em torno 348 kg/ha. A altura das plantas também foi ligeiramente inferior às deste ensaio, com média final de 63,9 cm.

Lira et al. (2011), em trabalho de avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no Semiárido Nordeste, observaram o rendimento e outros caracteres agrônômicos da cultura em diversos estados, como Sergipe, Bahia, Rio Grande do Norte e Alagoas. Os resultados demonstraram elevada produtividade dos materiais utilizados em comparação aos deste experimento. Diferenças de ordem significativa também foram observadas para altura das plantas e diâmetro do capítulo. A única variável que apresentou resultados semelhantes aos deste estudo foi dias até a floração, com médias finais dos diversos ensaios acompanhados variando de 39 a 48 dias.

Azevedo et al. (2008) realizaram trabalho na região do Município de Paragominas e obtiveram resultados semelhantes aos do presente estudo, principalmente quando comparado ao EF01. A semelhança foi mais visível para dias até a floração e até a maturação fisiológica. Ainda assim, as variáveis altura das plantas, diâmetro do capítulo e produtividade foram superiores em médias finais.

Verificou-se que o genótipo SYN 045 foi sensível ao ataque de doenças, como podridão-basal (*Sclerotinia sclerotiorum*) e mancha-cinza-da-haste (*Phomopsis helianthi*), provavelmente em decorrência da elevada umidade na fase inicial do cultivo.

As estimativas de parâmetros genéticos para as variáveis estudadas são apresentadas nas Tabelas 3 e 4. Dentre os componentes da variação fenotípica, nos dois ensaios, observou-se que a maior contribuição adveio da variação genética entre os genótipos.

Essa variabilidade refletiu positivamente nas estimativas de herdabilidade (Tabelas 3 e 4). Os valores observados para rendimento de grãos, coincidentemente 77%, confere excelente confiabilidade ao processo de seleção dos genótipos, baseada neste caráter. Em experimentos realizados no Sul do País por Rigon et al. (2013) e no Distrito Federal por Sala et al. (2015) foram encontrados valores de 46% e 93%, respectivamente. Silva et al. (2011) reportam herdabilidade de 68%, mais próximo ao resultado deste ensaio, enquanto Poletine et al. (2013) encontraram valor superior a 95%.

Em contrapartida, o diâmetro do capítulo apresentou baixa herdabilidade no primeiro ensaio (0,33) e média no segundo (0,50) – ambos inferiores ao apresentado por Rigon et al. (2013).

Foram observados valores elevados de acurácia da seleção nos dois ensaios, para todos os caracteres estudados, reforçando a confiabilidade dos resultados (Tabelas 3 e 4). Resultados também elevados e superiores a 90% foram encontrados por Sala et al. (2015) e Lira (2016).

Tabela 3. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de variáveis avaliadas em nove genótipos de girassol, no Ensaio Final de Primeiro Ano (EF01), safra de 2016, conduzido pela Embrapa Amazônia Oriental em Paragominas, PA, em 2016.

Variável	Parâmetros Genéticos ⁽¹⁾							
	Vg	Ve	Vf	h ² g	Ac	CVg%	CVe%	CVr
Rendimento de grãos (kg/ha)	101233,09	30062,27	131295,36	0,77	0,96	27,15	14,79	1,83
Floreação inicial (dias)	5,62	1,59	7,21	0,78	0,96	5,30	2,81	1,88
Maturação fisiológica (dias)	1,65	2,50	4,16	0,39	0,85	1,82	2,23	0,81
Altura de plantas (cm)	48,17	121,02	169,2	0,28	0,78	7,99	12,66	0,63
Diâmetro do capitulo (cm)	0,52	1,02	1,55	0,33	0,81	6,87	9,64	0,71

⁽¹⁾ Vg: variância genotípica média; Ve: variância ambiental média; Vf: variância fenotípica média; h²g (%): herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo; Ac: acurácia da seleção; cvg%: coeficiente de variação genético; CVe%: coeficiente de variação ambiental; CVr: coeficiente de variação relativo.

Tabela 4. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de variáveis avaliadas em nove genótipos de girassol, no Ensaio Final de Segundo Ano (EF02), safra de 2016, conduzido pela Embrapa Amazônia Oriental em Paragominas, PA, em 2016.

Variável	Parâmetros Genéticos ⁽¹⁾							
	Vg	Ve	Vf	h ² g	Ac	CVg%	CVe%	CVr
Rendimento de grãos (kg/ha)	66497,63	19749,81	86247,44	0,77	0,96	34,26	18,67	1,83
Floreação inicial (dias)	2,36	2,67	5,04	0,46	0,88	3,41	3,63	0,93
Maturação fisiológica (dias)	1,93	2,00	3,94	0,49	0,89	1,97	2,01	0,98
Altura de plantas (cm)	27,01	44,04	71,06	0,38	0,84	7,42	9,47	0,78
Diâmetro do capitulo (cm)	0,75	0,74	1,50	0,50	0,89	11,60	11,56	1,00

⁽¹⁾ Vg: variância genotípica média; Ve: variância ambiental média; Vf: variância fenotípica média; h²g (%): herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo; Ac: acurácia da seleção; cvg%: coeficiente de variação genético; CVe%: coeficiente de variação ambiental; CVr: coeficiente de variação relativo.

Os coeficientes de variação genética para as variáveis maturação fisiológica e rendimento de grãos tiveram amplitude de 1,8% a 27,1% no primeiro ensaio e 1,9% a 34,2% no segundo, respectivamente. Por meio da relação entre as variâncias genéticas e fenotípicas, pode-se estimar a herdabilidade e a acurácia que quantificam a precisão nas inferências das médias genótípicas a partir das médias fenotípicas (RESENDE; DUARTE, 2007). Ainda segundo Resende (2002), valores altos em herdabilidade e coeficiente de variação genético (CVg) são determinantes para uma eficaz inferência sobre o valor genotípico do material genético a partir das avaliações realizadas.

O coeficiente de variação relativo (CVr), razão entre o CVg e CVe, foi maior que a unidade (1,83) para rendimento de grãos nos dois experimentos. Isto confirma a excelente possibilidade para a seleção nas duas populações experimentais avaliadas, baseada nessa variável. Sala et al. (2015) também encontrou resultado superior a 1 e próximo aos do presente trabalho (1,94). As características que apresentam coeficientes de variação genético (CVg) superior ao ambiental (CVe), em geral, possuem maiores possibilidades de ganhos genéticos, sendo assim mais favoráveis ao melhoramento (SALA et al., 2015). Esta relação (CVg/CVe) constitui uma medida da influência do ambiente sobre o desempenho dos genótipos, sendo um parâmetro de confiabilidade no sucesso de seleção em indivíduos superiores (FALUBA et al., 2010).

Amorim et al. (2008) também encontraram resultados semelhantes para as variáveis: dias para início de florescimento e dias em que 50% das parcelas encontravam-se em florescimento. Rigon et al. (2013), avaliando diâmetro do capítulo e rendimento de grãos, obtiveram resultados de 0,46 e 0,18 para esta relação.

As estimativas do coeficiente de correlação genética entre as características estudadas são mostradas na Tabela 5. Na diagonal superior encontram-se as correlações originárias do primeiro experimento e, na parte inferior as do segundo experimento.

Tabela 5. Coeficientes de correlação genética entre cinco características avaliadas em dois ensaios de avaliação de genótipos de girassol. Na diagonal superior encontram-se os coeficientes do primeiro ensaio e, na diagonal inferior, os dados do segundo ensaio, realizados em Paragominas, PA, em 2016.

Características	Rendimento	Floração	Maturação	Altura	Diâmetro
Rendimento de grãos (kg/ha)	1	-0,3091	-0,4071	0,1405	0,7923*
Floração inicial (dias)	-0,3127	1	0,8713**	0,6328	-0,4047
Maturação fisiológica (dias)	-0,2336	0,6567	1	0,4951	-0,5793
Altura de plantas (cm)	0,4743	0,3642	0,5126	1	0,2459
Diâmetro do capítulo (cm)	0,4190	0,4973	0,6056	0,9305**	1

* e **: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Observou-se que a principal característica – rendimento de grãos – apresentou, nos dois experimentos, correlação negativa com as variáveis relacionadas ao ciclo reprodutivo, porém sem significância. Resultados negativos semelhantes foram observados por Silva et al. (2011), mas discordam dos encontrados por Santana et al. (2016) para dias até a floração, sendo ambos não significativos.

Rendimento de grãos apresentou correlação positiva e significativa com o diâmetro do capítulo (0,79 e 0,41 para os experimentos 1 e 2, respectivamente), indicando que o tamanho da flor pode ser uma variável interessante na identificação de materiais produtivos. Resultados positivos, porém não significativos, para esta correlação foram encontrados por Rigon et al. (2013), com pequena magnitude (0,24). Entretanto, Santana et al. (2016) apresentaram valor bastante expressivo e significativo (0,84). Resultado semelhante também foi reportado por Amorim et al. (2008), que encontraram valores de correlação positivos e significativos entre essas duas variáveis.

Quanto à correlação entre rendimento dos grãos e a altura da planta, apesar de positiva, não foi significativa nos dois experimentos. Idênticos resultados foram obtidos por Lira (2016) e Santana et al. (2016), que encontraram coeficientes de 0,54 e 0,22, respectivamente.

Correlação positiva e significativa entre dias até floração inicial e dias até a maturação foi encontrada no primeiro ensaio, semelhante à encontrada por Silva et al. (2011).

Conclusões

1. Os genótipos de girassol respondem de forma diferenciada quanto ao rendimento de grãos, diâmetro de capítulo, floração inicial, maturação fisiológica e altura das plantas. Os genótipos BRS G51, CF 101, BRS G49, BRS G50 e BRS G40, do ensaio final de primeiro ano, e os genótipos Multissol e BRS G47, do ensaio final de segundo ano, foram os que melhor se adaptaram às condições do Nordeste Paraense. Pesquisas complementares se fazem necessárias para a seleção final dos genótipos e indicação aos produtores
2. O caráter rendimento de grãos apresentou-se favorável para seleção e encontra-se estreitamente correlacionado com o diâmetro do capítulo, indicando que capítulo de diâmetro grande é um bom indicativo para genótipo produtivo.

Agradecimentos

Os autores são muito gratos aos empregados do Núcleo de Apoio a Pesquisa e Transferência de Tecnologia (Napt) Belém-Brasília da Embrapa Amazônia Oriental, sediado em Paragominas, PA, especialmente ao técnico agrícola Paulo Sérgio Pereira Barbosa e ao assistente José Iran da Silva Barbosa, pela condução dos experimentos a campo e coleta de dados experimentais.

Agradecimento especial ao pesquisador Cláudio Portela (Embrapa Soja), líder do projeto do qual faz parte a atividade de pesquisa "Avaliação de híbridos e variedades de girassol em ensaios finais no Pará", pela confiança depositada nesta equipe.

Referências

- ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2015/16 décimo primeiro levantamento, v. 3, n. 12, set. 2016. 175 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_09_06_09_03_20_boletim_12_setembro.pdf> . Acesso em: 17 fev. 2017.
- AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. M. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v. 67, n. 2, p.307-316, 2008.
- AZEVEDO, R.; ALVES, R. M.; CUNHA, R. L.; RIBEIRO, R. A. Avaliação de genótipos de girassol no Nordeste do Estado do Pará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROENERGIA, 2008, Botucatu. . **Agroenergia e desenvolvimento sustentável: anais**. Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2008. 4 p.
- BACKES, R. L.; SOUZA, A. M. de; 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**, v. 9, n. 1, p. 41-48, 2008.
- BASTOS, T. X.; PACHÊCO, N. A.; FIGUEIRÊDO, R. de O.; SILVA, G. de F. G. da. **Características agroclimáticas do município de Paragominas**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 21 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 228).

COUTINHO, P. W. R.; SOUSA, R. F. B. de; TSUTSUMI, C. Y. Métodos de melhoramento genético no girassol. **Nucleus**, v. 12, n. 1, p.119-128, 2015.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum: agronomy**, v. 35, n. 3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390 p.

FALUBA, J. S.; MIRANDA, G. V.; de LIMA, R. O.; SOUZA, L. V.; DEBEM, E. A.; OLIVEIRA, A. M. C. Potencial genético da população de milho UFV 7 para o melhoramento em Minas Gerais. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1250 - 1256, 2010.

GOMES, D. P.; BRINGEL, J. M. M.; MORAES, M. F. H.; KRONKA, A. Z.; TORRES, S. B. Características agrônômicas de genótipos de girassol cultivados em São Luís – MA. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 213-216, 2007.

HU, J.; SEILER, G.; KOLE, C. (Ed.). **Genetics, genomics and breeding of sunflower**. Routledge: CRC Press, 2010. 360 p.

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

LEITE, R. M. V. B. De C.; CASTRO, C.; BRIGHENTI, A. M.; OLIVEIRA, F. A.de; CARVALHO, C. G. P. de; OLIVEIRA, A. C. B. de. **Indicações para o cultivo de girassol nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4 p. (Embrapa Soja. Comunicado técnico, 78).

LIRA, E. G. **Avaliação de genótipos de girassol em ambientes no Cerrado do Distrito Federal**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, DF.

LIRA, M. A.; CARVALHO, H. W. L. de; CHAGAS, M. C. M. das; BRISTOT, G.; DANTAS, J. A.; LIMA, J. M. P. de. **Avaliação das potencialidades da cultura do girassol, como alternativa de cultivo no semiárido nordestino**. Natal: EMPARN, 2011, 43 p. (EMPARN. Documentos, 40).

NOORYAZDAN, H.; SERIEZS, H.; DAVID, J.; BACILIERI, R.; BERVILLE, A. J. Construction of a crop - wild hybrid population for broadening genetic diversity in cultivated sunflower and first evaluation of its combining ability: the concept of neodomestication. **Euphytica**, v. 178, n. 2, p. 159-175, 2011.

POLETINE, J. P.; SAPIA, J. G.; MACIEL, C. D. de G. Parâmetros genéticos em híbridos de girassol nas condições do Arenito Caiuá. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 2, n. 2, p.132-147, 2013.

RESENDE, M. D. V. de; DIAS, L. A. S. Aplicação da metodologia de modelos mistos (REML/BLUP) na estimação de parâmetros genéticos e predição de valores genéticos aditivos e genotípicos em espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 11, p. 44-52, 2000.

RESENDE, M. D. V. de; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

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

RESENDE, M. D. V. de. **Software SELEGEN-REML/BLUP: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Curitiba: Embrapa Florestas, 2007. 359 p.

RIBEIRO, J. L.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, C. G. P.; GONÇALVES, S. L. **Comportamento de genótipos de girassol no município de Mata Roma, MA, no período de 2008 a 2011**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2012. 9 p. (Embrapa Meio Norte. Comunicado técnico, 231).

RIBEIRO, J. L.; RIBEIRO, V. Q.; CARVALHO, C. G. P.; GONÇALVES, S. L. **Comportamento produtivo da cultura do girassol no município de Colinas, MA, no período de 2010 a 2012**. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2014. 20 p. (Embrapa Meio Norte. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 108).

RIGON, C. A. G.; RIGON, J. P. G.; CAPUANI, S. Parâmetros genéticos entre caracteres quantitativos no girassol como critério de seleção para produtividade de aquênios.

Bioscience Journal., v. 29, n. 5, p. 1120-1125, 2013.

RODRIGUES, T. E.; SILVA, R. das C.; SILVA, J. M. L. da; OLIVEIRA JUNIOR, R. C. de; GAMA, J. R. N. F.; VALENTE, M. A. **Caracterização e classificação dos solos do município de Paragominas, Estado do Pará.** Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 49 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 162).

SALA, P. I. A. L.; MONTALVÃO, A. P. L.; AMABILE, R. F.; SAYD, R. M.; CARVALHO, C. G. P. de; FAGIOLI, M. Caracterização morfoagronômica e avaliação de parâmetros genéticos de girassol em três núcleos rurais do Distrito Federal. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 21.; SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 9., 2015, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2015. p. 165-168, 2015.

SANTANA, M. S.; SOUZA, V. N. de; SANTOS, G. M. S. S. dos; SANTOS, L. G. dos; PEIXOUTO, L. S. Desempenho agrônomo de genótipos de girassol no sudoeste baiano para produção de biocombustíveis. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - v. 13, n. 23; p. 422-431, 2016.

SANTOS, A. M. P. B. dos; PEIXOTO, C. P.; ALMEIDA, A. T.; SANTOS, J. M. da S. dos; MACHADO, G. da S. Tamanho ótimo de parcela para a cultura de girassol em três arranjos espaciais de plantas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 265 – 273, 2015.

SILVA, J. A. G. da; 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. Estimativas de herdabilidade e correlações para caracteres agrônômicos em girassol. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 1, p. 51-59, 2011.

SOUZA, F. R. da; SILVA, I. M. da; PELLIN, D. M. P.; BERGAMIN, A. C.; SILVA, R. P. da. Características agrônômicas do cultivo de girassol consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 46, n. 1, p. 110-116, 2015.

SOUZA, L. H. B. de; PEIXOTO, C. P.; MACHADO, G. da S.; PEIXOTO, M. de F. S. P.; CRUZ, T. V. da. Fenologia, área foliar e massa da matéria seca de girassol em diferentes épocas de semeadura e populações de plantas no Recôncavo da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 572-585, 2011.

UNGARO, M. R. G. CASTRO, C. D.; FARIAS, J. R. B.; BARNI, N. A.; RAMOS, N. P.; SENTELHAS, P. C. Girassol. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.) **Agrometeorologia dos cultivos – o fator meteorológico na produção agrícola**. Brasília, DF: INMET, 2009. p. 205-221.

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



Amazônia Oriental

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**



CGPE 13699