

Adaptabilidad y estabilidad de genotipos de girasol en la región oriental del Paraguay

Adaptability and stability of sunflower genotypes from the eastern region of Paraguay

Orlando Noldin^{1*}, Amalio Mendoza¹, Ricardo Mereles¹, Leticia Ayala¹, Aníbal González¹, Diana Bado¹, Juan Morel¹, Victorio Baez¹, Mario Diaz¹, Rodolfo Schopfer¹, Francisco Gómez¹

¹Programa de Investigación Maíz y Sorgo (PIMS). Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), Paraguay.

*Autor para correspondencia (orlandonoldin@gmail.com)

Recibido: 23/10/2017 Aceptado: 07 /12/2017

RESUMEN

El cultivo del girasol tiene como principal utilidad la extracción de su aceite, es un cultivo versátil y adaptado a un amplio rango de suelos y condiciones climáticas. El uso de genotipos estables para alto rendimiento de grano y calidad es importante en una agricultura sostenible. Este trabajo consistió en estudiar la adaptabilidad y estabilidad de los genotipos de girasol evaluados en la Región Oriental del Paraguay durante el periodo 2012 de la zafra normal de siembra. El ensayo consistió en la evaluación de siete genotipos correspondiente a híbridos comerciales de girasol (MG 305 CP, MG 341, MG 360, MG 60, ACA EXP 887, DK 3940 y SEA 208 CLA AO) instalados en cuatro localidades (Cap. Miranda, Choré, Yvyrarovana y Natalicio Talavera), en diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los caracteres evaluados fueron rendimiento, altura de planta y diámetro de capítulo. Para el cálculo de adaptabilidad y estabilidad se utilizó el método de Eberhart y Russel (1966). Los resultados concluyeron que los genotipos presentan diferencias estadísticas para los tres caracteres evaluados. Los genotipos MG 305 CP y MG 341 fueron superiores en rendimiento y estables a través de ambientes, en altura de planta el híbrido MG 360 fue superior y estable, mientras que, el de mayor diámetro de capítulo fue de MG 60, y resultó estable.

Palabras clave: *Helianthus annuus* L., altura de planta, ambiente, diámetro de capítulo, rendimiento.

ABSTRACT

Sunflower culture has as main use the extraction of its oil, it is a versatile crop and adapted to a wide range of soils and climatic conditions. The use of stable genotypes for high grain yield and quality is important in sustainable agriculture. This investigation consisted in studying the adaptability and stability of the sunflower hybrids evaluated in the Eastern Region during the 2012 cycle of the normal sowing season. The trial consisted in the evaluation of 7 commercial sunflower hybrids (MG 305 CP, MG 341, MG 360, MG 60, ACA EXP 887, DK 3940 y SEA 208 CLA AO) installed in 4 localities (Cap. Miranda, Choré, Yvyrarovana y Natalicio Talavera), in a randomized complete block design with three replicates. The evaluated characters were yield, plant height and chapter diameter. The method of Eberhart and Russel (1966) was used to calculate Adaptability and Stability. The results concluded that the genotypes present statistical differences for the three characters evaluated. The genotypes MG 305 CP and MG 341 were superior in performance and stable through environments, in plant height the MG 360 hybrid was superior and stable, whereas the one with the chapter diameter was MG 60, and was stable.

Key words: *Helianthus annuus* L., chapter diameter environment, plant height, stability, yield.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.) tiene como principal utilidad la extracción de su aceite (INIFAP 2015). La semilla de girasol posee en media, en su composición cerca de 24% de proteínas, 47% de materia grasa, 20% de carbohidratos totales y 4% de minerales. El ácido de girasol es rico en ácidos grasos insaturados, destacándose el ácido linoleico, próximo a 60%, considerado esencial para la salud humana y porque a su vez tolera la oxidación durante el calentamiento (Ali *et al.* 2013).

El girasol es un cultivo versátil, adaptado a un amplio rango de suelos y condiciones climáticas, que hace posible el cultivo durante parte del año en regiones del trópico y subtropico de los países (Bhoite *et al.* 2010). Teniendo en cuenta la creciente búsqueda de nuevas alternativas al uso del petróleo, el estímulo a la producción de biodiesel ha aumentado porque se trata de fuente renovable de energía, y su uso provoca menos daño al ambiente (Knothe 2005).

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) estima una producción de girasol de 47,3 millones de toneladas para la campaña 2017/18, así también, en lo que respecta a aceite de girasol, la producción mundial la estima en 18,19 millones de toneladas, frente a los 17,69 millones producidos en la campaña 2016/17 (Elrural.com 2017); mientras que, en el Paraguay, durante el ciclo 2015/16 la superficie del cultivo de girasol fue de 40.850 ha, con una producción de 65.360 toneladas, y un rendimiento de 1600 kg ha⁻¹, menor al ciclo 2014/15 donde fueron sembrados 55.850 ha, dando una producción de 100.988 toneladas y un rendimiento de 1.808 kg ha⁻¹, observándose una reducción en el ciclo 2015, con respecto al 2014, de -26,9% en superficie, -35,3% en producción, y -11,5% en rendimiento (MAG/DCAG 2015). La producción de girasol ha caído en los últimos tiempos, por el bajo precio que se cotiza el grano, siendo utilizada más bien para rotación con los otros cultivos como maíz y soja. En tanto, existen necesidades de adecuarlo a los diferentes sistemas de producción, siendo necesario que los programas de mejoramiento genético busquen el desarrollo de genotipos que presenten, concomitantemente, alto tenor de aceite, ciclo precoz, porte reducido, resistencia a factores bióticos y abióticos, además de alto potencial productivo (Oliveira *et al.* 2005). Existe una correlación positiva y significativa entre el diámetro del capítulo y el rendimiento de grano (Lakshmanrao *et al.* 1985, Tyagi 1985), así como también, existe correlación para altura de planta y rendimiento (Cecconi *et al.* 1987, Mierren *et al.* 1982, Tiagy 1985). En el girasol, las plantas altas

son deseables en ambientes con bajo control de enfermedades o suelos con bajo nivel de fertilidad, mientras que las plantas bajas, además de facilitar la cosecha, son deseables cuando existe problemas de tumbamiento (Carvalho *et al.* 2005). En el Paraguay, aunque se ha destacado la masiva introducción de este cultivo por colonos rusos y ucranianos en la segunda mitad del siglo XX, datos periodísticos que datan del año 1982, mencionados por Álvarez (s/f). El primer trabajo con híbridos de girasol en el país lo realizó Mayeregger en el año 1979, según Álvarez (s/f), quien informó que en una prueba de cultivares de girasol llevado a cabo en el Instituto Agronómico Nacional (IAN), el año anterior, se evidenció que el híbrido Big Top 30 arroja un rendimiento superior a las variedades Guayacan, Peredovick, Smena, Klein -A y Talinay; y a partir de entonces, se realizaron las evaluaciones de híbridos y variedades provenientes del programa de mejoramiento de la Dirección de Investigación Agrícola (DIA actualmente IPTA), en los ensayos de la Red Nacional a través de la DIA, dependiente del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), como requisito a ser incluidos en el Registro Nacional de Cultivares Comerciales (RNCC) del Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas (SENAVE). Aun así, pocos fueron los estudios del comportamiento de los diferentes cultivares de girasol en el Paraguay, más aún, teniendo en cuenta su adaptación y estabilidad.

La selección de genotipos adaptados se torna difícil, cuando se verifica la presencia de la interacción genotipo por ambiente. Ella ocurre cuando hay respuestas diferenciadas de los genotipos probados en diferentes ambientes, y puede ser reducida por el uso de cultivares específicos para cada ambiente, o con una amplia adaptabilidad y buena estabilidad, o, mejor aún, por la estratificación de la región considerada en subregiones con características ambientales semejantes, donde la interacción pasa a ser no significativa (Ramalho *et al.* 1993, Cruz y Regazzi 1994).

El uso de cultivares estables para un alto rendimiento de grano y calidad es importante en una agricultura sostenible (Lúquez *et al.* 2002). En la selección y recomendación de híbridos o variedades para su explotación comercial en diferentes ambientes, es necesario considerar que la interacción genotipo x ambiente tiene gran importancia, por lo que es necesario la clasificación y caracterización de los genotipos de acuerdo a su comportamiento en diferentes ambientes (Eberhart y Russell 1966). Por tal motivo, varios fueron los trabajos orientados al estudio de adaptabilidad y estabilidad en girasol utilizando el método de Eberhart y Russell (Guzman

et al. 2017, Carvalho *et al.* 2015, Bhoite *et al.* 2010, Grunvald *et al.* 2008, Grunvald *et al.* 2009, Porto et al. 2007, Porto *et al.* 2009).

Por lo anteriormente mencionado, este trabajo consistió en evaluar la adaptabilidad y estabilidad de los 7 genotipos de girasol en la Región Oriental de Paraguay durante el periodo 2012 de la zafra normal de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos fueron obtenidos de los Ensayos de Evaluación del Valor del Usos del Cultivo (VCU) de híbridos de girasol, coordinados por el Programa de

Mejoramiento de Maíz, Sorgo y Girasol del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA).

Los ensayos de evaluación de híbridos comerciales de girasol en el ciclo 2012 se instalaron en localidades representativas a cuatro zonas ecológicas diferentes, cuyas características se observan en la Tabla 1.

Se evaluaron siete genotipos correspondientes a híbridos de girasol que fueron MG 305 CP, MG 341, MG 360, MG 60 (DOW AGROSCIENCES), ACA EXP 887 (QEACA), DK 3940 (MONSANTO) y SEA 208 CLA AO (ZETA SEMENTES). Se utilizó como testigos MG-60 y DK-3940.

Tabla 1. Coordenadas geográficas y características de suelo y clima de las diferentes localidades de evaluación de girasol durante el ciclo 2012.

Inst.*	Distrito	Dpto.	Latitud (Sur)	Longitud (Oeste)	Altitud (msnm)	Suelo**	Prec. (mm)	Temp. anual (°C)
CICM	Capitán Miranda	Itapúa	27°17'	55°49'	200	Oxisol Typic, origen basáltico	1732	20.9
CIAF	Choré	San Pedro	24°10'	56°37'	250	Alfisol mollic, origen arenisca	1619	22.7
CEY	Corpus Christi	Canindeyú	24°15'	55°60'	200	Oxisol rhodic, origen basáltico	1957	23
CECA	Natalicio Talavera	Guairá	25°39'	56°18'	170	Podzólico rojo amarillo.	1800	22,4

* Centro de Investigación Capitán Miranda (CICM); Centro de Investigación de Agricultura Familiar (CIAF); Campo Experimental de Yhovy (CEY) y Campo Experimental de Caña de Azúcar (CECA)

**Según el mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental (López et al. 1995).

Los ensayos fueron instalados en el periodo entre el 29 de octubre al 14 de noviembre del 2012, en el delineamiento experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Cada unidad experimental estuvo constituida por cinco hileras de 7 metros de largo, separadas entre sí por 0,45 m, y 0,40 m entre plantas, dando así una población de 55.550 plantas por hectárea.

El área útil estuvo constituida por dos hileras, preferentemente la segunda y la tercera de cada unidad experimental, descartándose la primera y la quinta que fueron tomadas como bordes, dando así 6,6 m². La cuarta hilera fue sembrada como reserva en el caso de que las hileras dos o tres presenten algún problema, para de esa manera ser reemplazada por la cuarta, teniendo en cuenta los ataques de pájaros, que la mayoría de las veces crean problema en el ensayo. Todos los datos registrados en el ensayo fueron tomados de las dos hileras mencionadas y en las tres repeticiones.

Las variables evaluadas fueron rendimiento, altura de planta y diámetro de capítulo, las mismas se detallan a continuación:

Rendimiento: se obtuvo el peso de granos y el

porcentaje de humedad por parcela, luego se ajustó el resultado a 13% de humedad. Se expresa en t ha⁻¹. Para llegar a este valor se utilizaron las siguientes fórmulas:

- Rendimiento por parcela = $\text{peso de campo} \times \frac{100 - \text{humedad de grano}}{87}$
- Rendimiento por hectárea = $\frac{\text{Rendimiento por parcela} \times 10.000 \text{ m}^2}{\text{parcela útil (m}^2\text{)}}$
- Rendimiento (t ha⁻¹) = $\frac{\text{rendimiento por ha}}{1000}$

Además, para el rendimiento se ajustaron las medias por la fórmula de Le Clerg (1966), utilizando solo las parcelas que tenían por encima del 60% de las plantas totales.

Peso Corregido =

$$\frac{\text{Peso}_{\text{campo}}[(n^{\circ}\text{plantas totales}) - (0,3 \times n^{\circ}\text{plantas faltantes})]}{(n^{\circ}\text{plantas totales} - n^{\circ}\text{plantas faltantes})}$$

Altura de planta: expresado en centímetros, midiéndose desde la base de la planta hasta el punto donde se inicia el capítulo.

Diámetro de capítulo: se mide el capítulo en la parte media antes de la cosecha, expresado en centímetros.

En general, en todas las localidades, las plántulas presentaron buena emergencia (85 a 95%). Las parcelas se mantuvieron libres de malezas e insectos durante todo el ciclo del cultivo, realizándose aplicación de herbicidas, carpida manual, y aplicación de insecticidas contra las plagas que se presentaron en el cultivo, y la fertilización se realizó de acuerdo a las recomendaciones de los análisis de suelo.

El modelo lineal para el análisis de la varianza con un factor en el diseño en bloques completos (Infostat, 2016), es el siguiente.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}, \text{ con } i=1, \dots, a; j=1, \dots, b$$

donde μ corresponde a la media general, τ_i el efecto del i -ésimo tratamiento, β_j el efecto del j -ésimo bloque y ε_{ij} representan, como siempre, errores normales e independientes con esperanza cero y varianza común σ^2 .

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza conjunta, utilizando el programa GENES (Cruz 2013) con la finalidad de detectar interacción genotipos por ambiente según el modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} = valor observado de i -ésimo genotipo, en el j -ésimo ambiente y en el k -ésimo bloque; μ = media general; G_i = efecto del i -ésimo Genotipo (Fijo); B/A_{jk} = efecto del bloque k dentro del ambiente j ($k= 1, 2, \dots, r$); A_j = efecto del j -ésimo ambiente, ($j= 1, 2, \dots, a$); GA_{ij} = efecto de la interacción del i -ésimo Genotipo con el j -ésimo ambiente; y, E_{ijk} = error medio aleatorio.

Mientras que, para el cálculo de adaptabilidad y estabilidad se usó también el programa GENES (Cruz 2013), y el método propuesto por Eberhart y Russel (1966), que considera la evaluación de los genotipos, la media del rendimiento de cada genotipo, su coeficiente de regresión (β_{li}) y la varianza de los desvíos de esa regresión (σ_{di}^2), dado por:

$$\beta_{li} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

en que:

$$I_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_j Y_{ij}}{ag} \text{ (índice ambiental)}$$

$$\sigma_{di}^2 = \frac{\left[\sum_j Y_{ij}^2 - \frac{(\sum_j Y_{ij})^2}{a} \right] - \left[\sum_j Y_{ij} I_j \right]^2 / \sum_j I_j^2}{a-2}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se observa que hubo alta diferencia estadística ($p < 0,01$) en genotipo y ambientes, para rendimiento, altura de planta y diámetro de capítulo. En la interacción de genotipo por ambiente (GENxAMB) hubo alta diferencia estadística en diámetro de capítulo ($p < 0,01$), diferencia estadística para altura de planta ($p < 0,05$), mientras que no hubo diferencia ($p > 0,05$) para rendimiento. En cuanto a la alta diferencia estadística entre genotipos, coinciden con los resultados de Guzmán et al. (2017), Grunvald et al. (2008); Grunvald et al. (2009); Carvalho et al. (2015), Porto et al. (2009) en los resultados de los periodos 2000, 2001 y 2002, mientras que en el periodo 2003 no hubo diferencia estadística.

Tabla 2. Cuadros medios del análisis de varianza del rendimiento, altura de planta y diámetro de capítulo del cultivo de girasol, ciclo 2012.

Fuente de variación	CUADRADOS MEDIOS			
	GL	Rendimiento	Altura de planta	Diámetro de capítulo
Bloque	2	0,1	40,3	3,6
Genotipo	6	0,7**	673,4**	7,3**
Ambientes	3	3,8**	55913,7**	102,6**
GENxAMB	18	0,3ns	249,8*	8,5**
Error	54	0,4	109,4	2,2
Media		2,7	177,4	21,7
CV(%)		22,4	6,6	6,9

(**) Diferencia altamente significativa ($p > 0,01$); (*) Diferencia significativa ($p > 0,05$); (ns) No significativo ($p < 0,05$)

La alta diferencia estadística en altura de planta coincide con los resultados de Guzmán et al. (2017). En cuanto a los resultados entre los ambientes, las diferencias altamente significativas coinciden con los resultados obtenidos por Guzmán et al. (2017), para rendimiento, altura de planta y diámetro de mazorca; con los resultados de Porto et al. (2009) para rendimiento coincide en los periodos 2000, 2001 y 2002, no así en el periodo 2003, donde no tuvieron diferencias.

Mientras que, los resultados de GENxAMB solo coincide en rendimiento con los resultados de Porto et al. (2009) en el periodo 2003. Estos resultados no coinciden con los otros periodos evaluados por Porto et al. (2009), ni con los resultados de Guzmán et al. (2017), Carvalho et al. (2015), Grunvald et al. (2008), y, Porto et al. (2007) quienes presentaron alta diferencia estadística. En cuanto a altura de planta los resultados coinciden con los de Guzmán et al. (2017) quienes presentaron también diferencia significativa ($p < 0,05$). Mientras que, para de diámetro de capítulo, los resultados son

diferentes a los de Guzmán *et al.* (2017) que solo tuvieron diferencia significativa ($p < 0,05$).

Los resultados de los caracteres por localidad se observan en la Tabla 3, donde se visualiza que para rendimiento existe diferencia altamente significativa ($p < 0,01$) para el combinado por localidades, como así también en Capitán Miranda, Natalicio Talavera y Choré. Los rendimientos combinados fueron de 2,91 a 2,28 t ha⁻¹ siendo los híbridos superiores MG 305 CP y MG 341, el promedio fue de 2,59 t ha⁻¹ y el coeficiente de variación (CV) 16,1%. La localidad con mayores rendimientos fue Capitán Miranda con un promedio de 3,64 t ha⁻¹, y en esa localidad, el

híbrido superior fue DK 3940 con 4,47 t ha⁻¹.

En altura de planta las medias combinadas fueron de 190,3 a 167,5 cm, donde el híbrido de menor altura (ideal para cosechas mecanizadas) fue MG 360, el promedio fue de 177,4 cm y el CV 12,2%. La localidad con mayor valor de altura fue Choré con un promedio de 216,0 cm, donde el híbrido superior fue MG 305 CP con 235,7 cm.

En lo que respecta a diámetro de capítulo los valores fueron de 23,0 a 20,5 cm, el superior fue MG 60, el promedio a través de localidades fue 21,7 cm. La localidad donde mayores valores se obtuvo fue en Natalicio Talavera que tuvo un promedio de 24,5 cm y el CV 7,1%.

Tabla 3. Valores promedios en rendimiento, altura de planta y diámetro de capítulo por localidad, y a través de localidades de evaluación de girasol en el ciclo 2012.


Genotipo	Rendimiento (Tn ha ⁻¹)					Altura de planta (cm)					Diámetro de capítulo (cm)				
	CM	NT	YV	CH	COMB	CM	NT	YV	CH	COMB	CM	NT	YV	CH	COMB
ACA EXP,887	2,92 ^{CD}	2,14 ^B	2,09 ^B	1,86 ^C	2,27 ^C	184,6	106,4 ^{ABC}	196,4	228,2 ^A	178,7 ^B	18,5	25,6 ^{ABC}	20,1	23,2 ^A	21,9 ^{AB}
DK 3940 (T)	4,47 ^A	2,36 ^B	2,53 ^B	2,50 ^A	2,70 ^{AB}	190,7	94,8 ^{BCD}	211,4	206,6 ^C	177,9 ^{BC}	19,5	23,5 ^{BCD}	20,7	21,8 ^C	21,7 ^{BC}
MG 305 CP	3,42 ^{BC}	3,18 ^A	2,83 ^B	2,31 ^B	2,91 ^A	176,9	123,1 ^A	228,6	235,7 ^A	190,3 ^A	18,5	28,5 ^A	19,9	21,4 ^C	21,9 ^{AB}
MG 341	3,96 ^{AB}	2,26 ^B	3,01 ^A	2,49 ^A	2,91 ^A	186,5	105,9 ^{ABC}	205,5	220,0 ^B	180,2 ^B	20,0	24,8 ^{ABC}	19,5	21,7 ^C	21,6 ^{BC}
MG 360	4,08 ^{AB}	1,44 ^C	2,76 ^B	2,43 ^{AB}	2,71 ^{AB}	176,9	83,2 ^D	199,1	209,3 ^C	167,5 ^D	19,1	20,4 ^D	21,1	22,1 ^{BC}	20,5 ^C
MG 60 (T)	2,16 ^D	2,24 ^B	2,86 ^B	1,88 ^C	2,38 ^{BC}	192,3	110,6 ^{AB}	201,9	206,7 ^C	177,5 ^{BC}	19,7	26,7 ^{AB}	22,5	23,4 ^A	23,0 ^A
SEA 208 CLA	4,47 ^A	1,36 ^C	2,28 ^B	2,40 ^B	2,28 ^C	187,4	89,1 ^{CD}	199,1	205,6 ^C	169,5 ^{CD}	19,9	21,7 ^{CD}	20,3	22,9 ^{AB}	21,0 ^{BC}
PROMEDIO	3,64	2,14	2,62	2,27	2,59	185,0	101,9	206,0	216,0	177,4	19,3	24,5	20,6	22,3	21,7
LSD	0,8	0,7	0,0	0,2	0,4	0,0	20,2	0,0	8,2	12,2	0,0	4,2	0,0	0,8	1,3
CV (%)	13,5	12,6	14,1	11,7	16,1	5,8	8,1	7,2	2,1	5,9	10,0	7,1	5,1	2,1	6,7
F.Gen.	9,2**	10,3**	2,4ns	15,9**	4,4**	0,9ns	5,4*	1,7ns	20,9**	6,1**	0,3ns	5,2*	2,5ns	9,2**	3,5**

Diferencia Mínima significativa (LSD); Coeficiente de Variación (CV); Valor de F calculada para genotipo (F. Gen). (**) Diferencia altamente significativa ($p < 0,01$); (*) Diferencia significativa ($p < 0,05$); (ns) No significativo ($p > 0,05$). Medias seguidas de la misma letra no difieren significativamente por el test de DMS 5% Capitán Miranda (CM), Natalicio Talavera (NT), Yvyarovana (YV), Choré (CH), combinado a través de las cuatro localidades (COMB)

En cuanto al análisis de varianza de los parámetros de adaptabilidad y estabilidad Eberhart y Russel (1966) reveló diferencias altamente significativas ($p < 0,01$) en rendimiento, altura de planta y diámetro de capítulo, coincidiendo con los resultados de Guzmán *et al.* (2017). En la interacción genotipo por ambiente lineal se encontró diferencia altamente significativa ($p < 0,01$) para rendimiento y diámetro de capítulo, resultados que no coinciden con los de Guzmán *et al.* (2017) que no presentó diferencia ($p > 0,05$) en rendimiento y diámetro de capítulo, y presentó diferencia significativa ($p < 0,05$) en altura de planta.

En desviación conjunta rendimiento y altura

de planta presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$), mientras que, diámetro de capítulo no presentó diferencias ($p > 0,05$). En desvío de la regresión para rendimiento no hubo diferencia estadística ($p > 0,05$) para ningún híbrido, resultados similares a Guzmán *et al.* (2017) quienes solo tuvieron diferencia significativa ($p < 0,05$) en un solo híbrido. En altura de planta, solo MG 305 CP presentó diferencia altamente significativa ($p < 0,01$), y en diámetro de capítulo MG 305 CP y MG 360 presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), resultados que no coinciden con los de Guzmán *et al.* (2017) que no presentó diferencia ($p > 0,05$).

Tabla 4. Análisis de varianza de los parámetros de Estabilidad y Adaptabilidad en girasol durante el ciclo 2012.


Genotipo	Rendimiento (tn/ha)					Altura de planta (cm)					Diámetro de capítulo (cm)				
	CM	NT	YV	CH	COMB	CM	NT	YV	CH	COMB	CM	NT	YV	CH	COMB
ACA EXP 887	2,92 CD	2,14 B	2,09	1,86 C	2,27 C	184,6	106,4 ABC	196,4	228,2 A	178,7 B	18,5	25,6 ABC	20,1	23,2 A	21,9 AB
DK 3940 (T)	4,47 A	2,36 B	2,53	2,5 A	2,7 AB	190,7	94,8 BCD	211,4	206,6 C	177,9 BC	19,5	23,5 BCD	20,7	21,8 C	21,7 BC
MG 305 CP	3,42 BC	3,18 A	2,83	2,31 B	2,91 A	176,9	123,1 A	228,6	235,7 A	190,3 A	18,5	28,5 A	19,9	21,4 C	21,9 AB
MG 341	3,96 AB	2,26 B	3,01	2,49 A	2,91 A	186,5	105,9 ABC	205,5	220 B	180,2 B	20	24,8 ABC	19,5	21,7 C	21,6 BC
MG 360	4,08 AB	1,44 C	2,76	2,43 AB	2,71 AB	176,9	83,2 D	199,1	209,3 C	167,5 D	19,1	20,4 D	21,1	22,1 BC	20,5 C
MG 60 (T)	2,16 D	2,24 B	2,86	1,88 BC	2,38 BC	192,3	110,6 AB	201,9	206,7 C	177,5 BC	19,7	26,7 AB	22,5	23,4 A	23 A
SEA 208 CLA	4,47 A	1,36 C	2,28	2,4 C	2,28 C	187,4	89,1 CD	199,1	205,6 C	169,5 CD	19,9	21,7 CD	20,3	22,9 AB	21 BC
Promedio	3,64	2,14	2,62	2,27	2,59	185	101,9	206	216	177,4	19,3	24,5	20,6	22,3	21,7
LSD	0,8	0,7	0	0,2	0,4	0	20,2	0	8,2	21,2	0	4,2	0	0,8	1,3
CV (%)	13,5	12,6	14,1	11,7	16,1	5,8	8,1	7,2	7,2	5,9	10	7,1	5,1	2,1	6,7
F. GEN.	9,2**	10,3**	2,4ns	15,9**	4,4**	0,9ns	5,4*	1,7ns	20,9**	6,1**	0,3ns	5,2*	2,5ns	9,2**	3,5**

Los parámetros de adaptabilidad y estabilidad (Tabla 5), teniendo en cuenta la clasificación propuesta por Carballo y Márquez (1970) se puede afirmar que en cuanto a rendimiento todos los genotipos son estables ($\beta_i=1$ y $\sigma^2d_i=0$), resultados que coinciden con los de Guzmán *et al.* (2017) y Carvalho *et al.* (2015) quienes encontraron genotipos estables, a excepción de algunos híbridos que resultaron estable pero inconsistente ($\beta_i=1$ y $\sigma^2d_i>0$). Pero no coinciden con los resultados de Grunvald *et al.* (2009) quienes encontraron que la mayoría de los genotipos no presentaron estabilidad ($\beta_i\neq 1$ y $\sigma^2d_i\neq 0$).

En cuanto a altura de planta los resultados confirman que todos los genotipos son estables ($\beta_i=1$ y $\sigma^2d_i=0$), a excepción de MG 305 CP que fue estable pero inconsistente ($\beta_i=1$ y $\sigma^2d_i>0$), coincidiendo con los resultados de Guzmán *et al.* (2017) quienes observaron que todos los genotipos fueron estables.

Mientras que, en diámetro de capítulo MG 305 CP fue estable pero inconsistente ($\beta_i=1$ y $\sigma^2d_i>0$) y MG 360 tuvo respuesta buena en ambientes desfavorables, pero inconsistente ($\beta_i<1$ y $\sigma^2d_i>0$), resultados que no coinciden con los de Guzmán *et al.* (2017), quienes encontraron que todos los híbridos fueron estables.

CONCLUSIÓN

Los genotipos presentan diferencias estadísticas para los tres caracteres evaluados, rendimiento, altura de planta y diámetro del capítulo (en la Región Oriental de Paraguay durante el periodo 2012 de la zafra normal de siembra).

Los genotipos MG 305 CP y MG 341 fueron superiores en rendimiento y estables a través de ambientes.

Para la altura de planta el híbrido MG 360 fue superior y estable. En cambio, el mayor diámetro de capítulo fue de MG 60, y resultó estable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali MA, Najmaldien AHA, Latip RA, Othman NH, Majid FAA, Salleh LM. 2013. Effect of heating at frying temperature on the quality characteristics of regular and high-oleic acid sunflower oils. *Acta scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* 12:159-167
- Bhoite KD; Kanwade, DG; Gadekar, DA. 2010. Stability parameters in seed yield in sunflower hybrids. *Agric. Sci. Digest.* 30(2):152-153.
- Carvalho, CGPde; Fernandes, M; Barneche, AC; Rodrigues, VB. 2005. Genética do girassol. In: Leite, RMVB.; Brighenti, AM.; Castro, C. (Eds.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, p. 220-226.
- de Carvalho, C. G. P., Ozawa, E. K. M., Amabile, R. F., GODINHO, V., Gonçalves, S. L., Ribeiro, J. L., & Seifert, A. L. (2015). Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol resistentes a imidazolinonas em cultivos de segunda safra. *Embrapa Soja Rev. Bras. Ciênc. Agrar. Recife.* 10(1):1-7.
- Cecconi, F; Pugliesi, S; Baroncelli S; Rocca, M. 1987. Genetic analysis for some agronomical characters of a sunflower (*Helianthus annuus* L.) diallel cross. *Helia. NoviSad.* 10(21):21-27.
- Carballo, CA; Márquez, S. 1970. Comparación de variedades de maíz de El Bajío y la Mesa Central por su rendimiento y estabilidad. *Agrociencia.* 5: 129-146.
- Cruz, CD. 2013. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum.* 35 (3) 271 – 276.
- Cruz, CD; Regazzi, AJ. 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV. (1). 390p

- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2016. InfoStat versión 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- Eberhart, S.A.; Russell, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*.6(1):36-40. <https://www.crops.org/publications/cs/pdfs/6/1/CS0060010036>>. 06 Ago. 2013.
- ELRURAL.COM. 2017. Aumenta la producción mundial de girasol por las cosechas récord de Rusia y Ucrania (en línea). Consultado el 05/10/2017. Disponible en: <http://www.elrural.com/agrogestion/indicadores-agricolas/aumentala-produccion-mundial-girasol-las-cosechas-record-rusia-ucrania-30082017>.
- Guzmán, TL; Gallegos, MA; Esparza, JR; Vázquez, C; González, U; Luna, JG; González, A. 2017. Parámetros de estabilidad en híbridos de girasol con alto contenido de oléico Ecosistemas y Recursos Agropecuarios.4 (11): 213-222.
- Grunvald, AK; Portela, CG, Barneche, AC; De Bastos, CA. 2008. Adaptabilidade e estabilidade de genotipos de girassol no Brasil Central. *Pesq. agropec. Bras. Brasília*. 43(11):1483-1493.
- Grunvald, A. K., Carvalho, C. D., Oliveira, A. D., & Andrade, C. A. B. (2009). Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná. *Ciência e Agrotecnologia*, 33(9), 1195-1204.
- INIFAP. 2015. Paquetes tecnológicos. Girasol. INIFAP-Chihuahua. <http://sites.securemgr.com/folder11341/index.cfm?id=921810&fuseaction=browse&pageid=51> Fecha de consulta 25 de noviembre de 2015.
- KNOTHE, G. 2005. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. *Fuel Processing Technology*, Amsterdam. 86(10):1059-1070.
- Lakshmanrao, NG; Shambulingappa, KG; Kusumakumari, P. 1985. Studies on path-coefficient analysis in sunflower. In: International Sunflower Conference. Mar del Plata. Proceedings. Paris:International Sunflower Association. p.733-735.
- Le Clerg EL. 1966. Significance of experimental design in plant breeding. In K. J. Frey (ed) *Plant Breeding: A symposium held at Iowa State University*. The ISU Press, Ames, p. 243-313.
- Lúquez, JE; Aguirrezábal, LAN; Agüero, ME; Pereyra, VR. 2002. Stability and adaptability of cultivars in Non-balanced Yield Trials. Comparison of methods for selecting 'high oleic' sunflowers hybrids for grain yield and quality. *J.Agronomy and CropScience*. 188: 225-234
- MAG/DCAG. 2015. Síntesis estadísticas. Producción agropecuaria. Año agrícola 2015/2016. San Lorenzo. p 20. <http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%20ESTADISTICAS%202016.pdf>.
- MAG/SSERNMA. 1995. Estudio de reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Elaborado por: López Gorostiaga, O; González, E; de Llamas, P; Molinas, A; Franco, ES; García, S; Río, E. Proyecto de racionalización del uso de la tierra. Vol. 1
- Mendoza, A y O. Noldin. 2016. Divergencia genética entre genotipos de girasol. *Investig. Agrar. San Lorenzo*. 18(1): 1-7.
- Merrien, A; Blanchet, R; Gelfi, N; Rellier, JP; Rollier, M. 1982. Pathways of yield elaboration in sunflower under various water stresses. In: International Sunflower Conference. Proceedings. Paris: International Sunflower Association. p.11-14.
- Oliveira, MF; Castiglioni, VBR.; Carvalho, CGP. 2005. Melhoramento do girassol. In: Leite, RMVB.; Brighenti, AM.; Castro, C. (Eds.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, p. 269-297.
- Porto, WS; Carvalho CGPde; Pinto, RJB. 2007. Adaptabilidade e estabilidade como critérios para seleção de genotipos de girassol. *Pesq. Agropec. Bras. Brasília*. 42(2):491-499
- Porto, WS; Carvalho CGPde; Pinto, RJB, Oliveira, MFde; Oliveira, ACBde. 2009. Adaptabilidade e estabilidade de genotipos de girasol para la região. *Pesq. Agropec. Bras. Brasília*. 42(2):491-499
- Ramallo, MAP; Santos, JB; Zimmermann, MJO. 1993. Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia. 271p
- Tyagi, AP. 1985. Association and path analysis of yield components and oil percentage in sunflower (*Helianthus annuus L.*). In: International Sunflower Conference. Mar del Plata. Proceedings.. Paris:International Sunflower Association. p.807-812.
- Lúquez, JE; Aguirrezábal, LAN; Agüero, ME; Pereyra,