

Adaptación y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus*), bajo condiciones de temporal en Zapopan, Jal.

Adaptation and yield of sunflower (*Helianthus annuus*), under rainfed conditions in Zapopan, Jal.

PADILLA-GARCÍA, José Miguel*†, AVENDAÑO-LÓPEZ, Adriana Natividad, SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, José, y ARELLANO-RODRÍGUEZ, Luis Javier

Instituto de Ciencia y Tecnología de Semillas (INCITES), Centro Universitario de Ciencias. Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara

ID 1^{er} Autor: José Miguel, Padilla-García / ORC ID: 0000-0002-5627-3986, CVU CONACYT ID: 236981

ID 1^{er} Coautor: Adriana Natividad, Avendaño-López / ORC ID: 0000-0003-1713-1165, CVU CONACYT ID: 236981

ID 2^{do} Coautor: José, Sánchez-Martínez / ORC ID: 00000002-1451-1149, CVU CONACYT ID: 63408

ID 3^{er} Coautor: Luis Javier, Arellano-Rodríguez / ORC ID: 0000-0002-3188-0245, CVU CONACYT ID: 65995

Recibido 10 de Enero, 2018; Aceptado 31 de Marzo, 2018

Resumen

La alta demanda de importantes fuentes de alimentación de otras latitudes, en este caso el girasol, del cual México importa más del 80%, y que ha sido mejorado en otros países, da origen al conocimiento del comportamiento agronómico en nuestra región occidental. Por lo que se evaluó la capacidad de adaptación y del rendimiento de cinco híbridos de girasol en Zapopan, Jalisco, reportados como de alto contenido oleico. Presentando precocidad los híbridos P63HH111 con 61.66 y P63HE60 con 64.66 días a floración. Para la variable rendimiento de grano los híbridos P64HH98, P64HE118 y COBALT II con 3907.1, 3844.3 y 3591.2 tonha⁻¹ respectivamente, considerados competitivos bajo las condiciones de temporal y baja fertilización. El tratamiento P63HE60 presentó menor rendimiento probablemente a la presencia de la enfermedad esclerotia.

Ácidos Oleicos, Adaptación, Mejoramiento Genético Girasol

Abstract

The high demand for important sources of food from other latitudes, in this case the sunflower, of which Mexico imports more than 80%, and which has been improved in other countries, gives rise to the knowledge of agronomic behavior in our western region. Therefore, the capacity of adaptation and performance of five sunflower hybrids in Zapopan, Jalisco, reported as high oleic content was assessed. Presenting earliness the hybrids P63HH111 with 61.66 and P63HE60 with 64.66 days to flowering. For the variable grain yield the hybrids P64HH98, P64HE118 and COBALT II with 3907.1, 3844.3 and 3591.2 tonha⁻¹ respectively, considered competitive under the conditions of temporal and low fertilization. The treatment P63HE60 presented lower yield probably to the presence of the disease Esclerotia

Oleic Acids, Adaptation, Genetic Breeding Sunflower

Citacion: PADILLA-GARCÍA, José Miguel, AVENDAÑO-LÓPEZ, Adriana Natividad, SÁNCHEZ-MARTÍNEZ, José, y ARELLANO-RODRÍGUEZ, Luis Javier. Adaptación y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus*), bajo condiciones de temporal en Zapopan, Jal. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias. 2018, 5-14: 14-18.

*Correspondencia del Autor (Correo electrónico: jpadilla@cucba.udg.mx)

†Investigador contribuyendo como primer Autor.

Introducción

El aceite de girasol es un cultivo importante a nivel mundial y poco sembrado en México por la poca disposición e información de la siembra y su adaptación en el Occidente de México, por la adaptación y rendimiento del girasol de alto aceite oleico en condiciones de temporal de lluvias. En el reporte de la SAGARPA (2016) menciona que la producción nacional del girasol solo cubre el 7.49 % de los requerimientos de la industria, importando semilla de los países de Argentina (54.69% del total), de Estados Unidos (28.09%) y de España (4.58%), con cerca de 72.19 millones de toneladas (SAGARPA, 2016). La planta de girasol presenta propiedades de resistencia a la sequía y a bajas temperaturas, además alto porcentaje de aceite y aceptación del aceite por su sabor y calidad. Se cree que posee facilidad de adaptación. Este cultivo se maneja en el agro mexicano como un cultivo de segunda, porque se piensa que requiere de baja fertilización y de escasa agua, además de considerarlo como fuente de forraje para el ganado bobino lechero, por ser fuente importante de aporte al pienso alimenticio de la albumina. Por lo que en el estudio se evaluó la adaptación y rendimiento del girasol de alto aceite oleico en condiciones de temporal de lluvias.

Diversidad genética del girasol

Ortegón y Escobedo (1995), hacen reseña que en 1980 el Campo Experimental Río Bravo-INIFAP inició el programa de mejoramiento genético de girasol, con la formación de líneas con esterilidad citoplásmica, líneas mantenedoras de la esterilidad y líneas restauradoras de la fertilidad para formar híbridos capaces de competir con los de importación, situación que no ha cambiado y la semilla mejorada de girasol viene de países extranjeros. Por lo que el objetivo fue conocer la adaptación del girasol en la zona de Zapopan, Jalisco, bajo condiciones de secano.

Metodología a desarrollar

El experimento se llevó a cabo en el campo experimental del CUCBA, Jal, ubicado en el km 15.5 de la carretera Guadalajara-Nogales (20°44'41.0"N 103°30'54.3"W). El área experimental constó de 4,480 m², el cual constó de 5 tratamientos con 8 surcos cada uno por 110 m de longitud y distancia entre surcos de 0.80 m, más 8 surcos de bordo en cada orilla.

La siembra se realizó con sembradora de precisión a una distancia de 20 cm entre plantas para una densidad de 5 plantas por m², y 62,500 plantas por hectárea. Los tratamientos fueron cinco, cuatro de la empresa Pioneer (P64H6118, P64HH98, P63HH111, P63HE60) y un testigo de la empresa NudSeed (COBALT II). Se siguieron las recomendaciones del INIFAP para densidades y aplicación de fertilizantes, que recomienda una aplicación de Nitrógeno con la fórmula 80-110-80 de N-P-K respectivamente, aplicándose todo el N y K en la primera fertilizada y sólo el 70% del P a los 30 días después de la siembra, para la segunda aplicación el resto de P a los 50 días después de la siembra. Además se aplicó al suelo y foliar 50 kg y 2 l/ha respectivamente de un fertilizante orgánico "Abonaza" junto con el fertilizante inorgánico.

Para el control de plagas, se aplicó a los 20 días después de la siembra el ingrediente Clorpirifos de forma foliar en dosis de 1 l/ha, por inicio de ataque de gusano cogollero, en ninguna otra etapa se volvió a aplicar insecticida; y para el control de malezas antes de la emergencia se aplicó Glifosato al 35.6% en dosis de 2 l/ha. Se realizaron dos pasos de la cultivadora para cubrir con tierra a la maleza, y un control con machete para control de la maleza presente, lo cual redituó en una buena práctica de control de malezas, ya que el cultivo llegó a la etapa fenológica R9 sin presencias de malezas.

Las variables a evaluar fueron dos, 1) en etapa fenológica y 2) en etapa de calidad, siguiendo la normatividad y las variables se tomaron en cuenta de acuerdo a Gómez Mercado et al, (2013), UPOV (2000), IBPGR (1985), Navarro Ainsa et al. 2014, en la etapa fenológica: Días a floración, Días a cosecha, Altura de planta (cm), Diámetro de capítulo (cm), % Polifloria, Acame de tallo (%), Acame de raíz (%); y en la etapa de calidad: Rendimiento en grano al 12% tonha-1, Enfermedades de acuerdo a presencia y severidad, Daño de plagas.

Se evaluó con un diseño completamente al azar, y para la prueba de medias se utilizó la Diferencias Mínimas Significativas (DMS) al 95% de probabilidad ($\alpha < 0.05$).

VARIABLES EN ESTUDIO

Las variables a evaluar en etapa fenológica y en etapa de calidad se aprecian en la tabla siguiente aplicando la normatividad del girasol.

Variables a evaluar en etapa fenológica	
1	Días a floración
2	Días a cosecha
3	Altura de planta (cm)
4	Diámetro de capítulo (cm)
5	% Polifloria
6	Acame de tallo (%)
7	Acame de raíz (%)

y

Variables a evaluar en etapa de calidad	
8	Rendimiento en grano al 12% tonha ⁻¹
9	Enfermedades (daño y severidad)
10	Daño de plagas

- Los Días a floración (DF): se toman al momento en que las plantas de girasol presentan el 50% de los capítulos en anthesis media y pueden estar en etapa fenológica reproductiva R3 y R5, más el 50% de la población en floración del tratamiento a calificar.

- Días a cosecha (DCo): número de días transcurridos desde la siembra hasta el momento en que los granos presenten grano color oscuro o estén en etapa fenológica reproductiva R8 y R9.

- Altura de planta (AP): medido desde la base del tallo hasta el ápice del capítulo en cms. o en etapa fenológica reproductiva R6 y R7, que es cuando se tiene floración completa y el crecimiento casi es completo.

- Diámetro del capítulo (DC): medida desde la base hasta el ápice en cms. y se tomó en etapa fenológica reproductiva R7 y R8.

- Porcentaje de polifloria (%P): Se contaron los brotes florales presentes del área cosechada, se tomó en etapa fenológica reproductiva R9 o al momento de la cosecha.

- Acame de tallo (AT): se determinó en base a contar el número de plantas quebradas del tallo arriba de los 10 cms del tallo sobre el total de plantas cuantificadas de cada muestra, se toma el dato en etapa fenológica reproductiva R9 o al momento de la cosecha.

- Acame de raíz (AR): se determinó en base a contar el número de plantas caídas o quebradas del tallo al ras del suelo sobre el total de plantas cuantificadas de cada muestra, se toma el dato en etapa fenológica reproductiva R9 o al momento de la cosecha.

- Enfermedades de acuerdo a presencia y severidad Diámetro del tallo (ENF): se cuantificó contando el número de plantas que presentaron la enfermedad y su severidad por tratamiento al momento de presentarse. se toma de preferencia en etapa fenológica vegetativa desde V1 a V12 y reproductiva desde R4 a R7.

- Daño de plagas (DP): se cuantificó contando el número de plantas que presentaron plagas por tratamiento al momento de presentarse, se toma de preferencia en etapa fenológica vegetativa desde V1 a V12 y de reproductiva desde R4 a R7.

- Rendimiento de grano (REND): se determinó el rendimiento de la cosecha del ocho repeticiones aleatorias en cada tratamiento, que constaron de un surco de 4 mts de longitud por 0.80 cm de ancho, para una parcela útil de 3.2 m²

- Además se contaron las plantas de cada muestra o repetición. Se determinó el rendimiento final a partir del peso en Kg de la parcela cosechada, y convirtiendo el resultado a toneladas por hectárea, con el 12% de humedad, la cosecha en etapa fenológica reproductiva R9, con ls brácteas oscuras y maduras.

DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se aplicó un diseño completamente al azar, sobre el modelo estadístico siguiente:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

Donde:

γ_{ij} = Rendimiento de grano del tratamiento i del bloque j;

τ_i = efecto del tratamiento;

ε_{ij} = efecto del error experimental

RESULTADOS

VARIABLES EVALUADAS EN ETAPA FENOLOGICA (DE CRECIMIENTO A MADUREZ FISIOLÓGICA):

Para días a floración (DF), se cuantificó cuando el 50% de la población presentó emisión de polen y estigmas receptivos.

Los datos que se presentaron fueron de extra-precocidad (extra-early) para los tratamientos P63HH111 y P63HE60 con 61.66 y 64.66 días respectivamente, seguidos de los tratamientos precoces P64HH98 y P64H6118 con 65.0 y 67.66 días respectivamente, por último el tratamiento testigo COBALT II fue tardío con 72.66 días, este material es reportado como precoz en estudios realizados en Texas. No se realizó análisis de varianza, ya que se cuantificó de acuerdo a la presencia de la etapa fenológica reproductiva, y además que Rani (2016), reporta esta variable como factor de menor impacto en el rendimiento.

Para días a cosecha (DC), los materiales que llegaron a la etapa fenológica R9 fueron los tratamientos P63HE60 y P63HH111 con 125 y 135 días respectivamente, seguidos de los tratamientos P64HH98 y P64HE118 con 145.33 y 149.66 días respectivamente, y por último siendo el tratamiento más tardío COBALT II con 174.66 días a cosecha.

Para altura de planta (AP), el tratamiento P64HE118 fue el alto con 192.7 cm y único en su grupo estadístico, le siguieron los tratamientos COBALT II y P64HH98 con 179.5 y 178.8 cm respectivamente, en un tercer grupo estadístico y con las plantas más bajas fueron los tratamientos P63HH111 y P63HE60 con 131.2 y 124.5 cm de altura respectivamente (Tabla 1). Se cuantificaron 60 plantas tomadas aleatoriamente de cada tratamiento.

Para diámetro de capítulo (DC), el tratamiento COBALT II presentó 22.23 cm siendo el mayor diámetro, seguido de los tratamientos P63HE60 y P64H6118 con 18.36 y 17.41 cm respectivamente. Se cuantificaron 60 plantas tomadas aleatoriamente de cada tratamiento. (Tabla 1). Con menores porcentaje de Polifloria (%P), los tratamientos P64HH98 y P64H6118 con 0.0 y 0.657% respectivamente, el tratamiento P63HH111 fue el que presentó el mayor dato con 4.76%. Esta variable no aporta significancia a la variable rendimiento, y reduciendo los tiempos de cosecha al presentar una madures uniforme.

Para las variables Acame de tallo (AT) y Acame de raíz (AR), todos los tratamiento en estudio no presentaron significancia estadística y la prueba de medias mostró un único grupo como se puede observar en la Tabla 1.

Cabe aclarar que los datos obtenidos en campo se realizó la transformación de la “raíz cuadrada-arcoseno por 100”, de los datos registrados para cumplir con uno de los supuesto del análisis de varianza que es la normalidad

Trat	AP (cm)	DCap (cm)	%P (%)	AT (%)
64H6118	192.76a	17.41b	0.62ab	0.71a
P64HH98	178.81b	17.31b	0.00b	1.43a
P63HH11 1	131.20c	15.54c	4.76a	2.75a
P63HE60	124.55c	18.36b	2.17ab	0.71a
COBALT II	179.58b	22.23a	1.73ab	0.71a
Promedio	161.38	18.17	1.858	3.632
DMS(05)	7.555	1.125	4.199	2.907
P	***	***	ns	ns
CV (%)	13.01	5.005	220.60	223.97

Tabla 1 Promedios de los cinco tratamientos de girasol evaluados en relación del crecimiento a la madurez.

Trat= Tratamientos; AP= altura de planta; DCap= diámetro del capítulo; %P= porcentaje de polifloría; AT= acame de tallo; Letras diferentes por columna indican diferencias estadísticas de acuerdo con DMS ($p \leq 0.05$); P= Probabilidad; ns= no significativo; *** (altamente significativo al < 0.001); CV= Coeficiente de variación; cm= centímetros; %= porcentaje.

Variables evaluadas en etapa de calidad

La variable rendimiento en grano (REND) presentó los valores más altos con los tratamientos P64HH98, P64HE118 y COBALT II con 3907.1, 3844.3 y 3591.2 ton/ha respectivamente y que estadísticamente son iguales o están en el mismo grupo (Tabla 2). Para la cosecha se realizaron 8 repeticiones aleatorias de los cinco tratamientos en estudio, y con esta unidad de muestra se realizó toma de datos de acame y polifloría, el conteo de plantas para calcular la densidad de plantas del cual se realizó análisis de varianza con fines de comprender si esta variable tuvo alguna influencia directa en el resultado final del rendimiento la cual fue estadísticamente sin significancia (Tabla 2).

Trat	REND (12% hum) ton/ha	Densidad (plantas/ha)
1. 64H6118	3844.3a	58,984a
2. P64HH98	3907.1a	62,500a
3. P63HH111	3325.2b	61,328a
4. P63HE60	3408.2ab	52,344a
5. COBALT II	3591.2ab	57,422a
Promedio	3615.217	58,515.63
DMS(05)	411.98	10465
P	+	ns
CV (%)	13.84	17.46

Tabla 2. Promedios de los cinco tratamientos de girasol evaluados en relación a la productividad.

Trat= Tratamientos; REND= rendimiento del grano; Letras diferentes por columna indican diferencias estadísticas de acuerdo con DMS ($p \leq 0.05$); P= Probabilidad; ns= no significativo; +(significativo al 0.10); CV= Coeficiente de variación; ton/ha = toneladas por hectárea.

Para las variables Enfermedades de acuerdo a presencia y severidad y Daño de plagas, el tratamiento P63HE60 presentó el 17.56% de la Podredumbre blanca o húmeda (*Sclerotinia sclerotiorum*), siendo la única enfermedad que se presentó en el girasol. En cuanto a plagas estuvo presente un tipo de gusano peludo sin identificar, ya que no causó daño al follaje. Ninguna otra plaga estuvo presente que causara daño o afectación al girasol

Conclusiones

Los híbridos de girasol que presentaron productividad se pueden considerar de buena adaptación, y fueron los tres híbridos de girasol P64HH98, P64HE118 y COBALT II con 3907.1, 3844.3 y 3591.2 ton/ha-1 respectivamente considerados competitivos, bajo las condiciones de temporal y baja fertilización. Además que fueron los tratamientos con mayor altura, que es un factor que aporta positivamente al rendimiento de la planta. El tratamiento P63HE60 presentó menor rendimiento probablemente a la presencia de la enfermedad esclerotia.

Aunque estadísticamente no muestra significancia la densidad, si afecta la productividad del rendimiento, lo que puede significar que mayor número de plantas aportan al rendimiento neto, aunque afecte negativamente al diámetro del girasol.

Referencias

Gómez Mercado R., Hernández Martínez M., Gómez Mercado R., Martínez Cruz E., Zarazúa Delgadillo M. A., Ramos Padilla F. (2013).

Tecnología para la Producción de Girasol en el Estado de Hidalgo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico Núm. 5. ISBN 978-607-37-0119-8. 19 p

International Board for Plant Genetic Resources, Descriptor for Cultivated and Wild Sunflowers. (1985) SUNFLOWERS DESCRIPTORS. IBPGR Executive Secretariat. Crop Genetic Resources Centre. Plant Production and Protection Division. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, Italy. 33 p.

Navarro Ainza J. A. C., Osuna Amador J. D., Navejas Jiménez J. (2014) Producción de Girasol y Canola en Baja California Sur. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto Técnico Núm. 13. ISBN: 978-607-37-0266-9. 35 p.

Ortegón A. y A. Escobedo (1995) Variabilidad Genética, Fenotípica y Correlaciones entre Componentes de Rendimiento de Líneas de Girasol (*Helianthus annuus*). Agronomía Mesoamericana 6: 151-156.

Rani, Mamta (2016) Genetic Variability and Divergence in Sunflower (*Helianthus annuus* L.). Thesis Master of Science. Department of Genetics and Plant Breeding College of Agriculture CCS Haryana Agricultural University. 61 p.

SAGARPA (2016) Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Fecha revisión: Mayo 25, 2018, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/256431/B_sico-Oleaginosas-parte_una.pdf

TG/81/6 Girasol, 2000-04-05. (2000) Directrices para la Ejecución del Examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad en Girasol (*Helianthus annuus* L.). International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). 49 p.