TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

TORVIC: GIRASOL ALTO OLEICO Y SU VALIDACIÓN EN GUANAJUATO

Miguel Hernández Martínez[1]

[1] INIFAP, Campo Experimental Bajío, Apartado Postal 112, Celaya, Gto., E-mail: inifapmiguel@gmail.com

RESUMEN

La superficie sembrada de girasol (*Helianthus annuus*) en México, es de 2,779 ha en el año 2020 y una producción de 4,950 t de grano, con rendimiento promedio de 1.79 tha^{-1}. La industria aceitera demanda aceite tipo alto oleico, sin embargo, en México, no se ha generado variedades alto oleicas mexicanas, por lo que las empresas trasnacionales ofrecen semilla híbrida alto oleico, con un alto costo de la semilla híbrida. Ante esta problemática el INIFAP, se propuso como objetivo el desarrollo y validación de variedades alto oleico a partir de generaciones avanzadas de híbridos comerciales alto oleico, previa revisión de que no estuvieran patentados, los híbridos por la empresa distribuidora. Para la generación de variedades alto oleico se usó el método de mejoramiento Selección Recurrente Entre Progenies Autofecundadas y el método Selección Genealógica Combinada, auxiliada por la Selección Asistida por Marcadores Moleculares, la cual permite identificar los segregantes tipo alto oleico a los 30 días de nacidos y al llegar a floración los segregantes se autofecundan durante varias generaciones (6 ciclos). Seleccionado para su caracterización varietal y registro ante el SNICS a la variedad TORVIC, de ciclo intermedio para su liberación cuyo registro de inscripción ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) es GIR-002-180424, para recomendarse para siembra bajo condiciones de temporal principalmente, para el estado de Guanajuato. Se validó en norte de León, en Apaseo el Alto y Acámbaro, superando estadística y numéricamente a los diferentes testigos híbridos comerciales.

***Palabras clave**: Calidad de aceite, omega 9, tolerancia a sequía.*

ABSTRACT

The area planted with sunflower (*Helianthus annuus*) in Mexico is 2,779 ha in 2020 and a production of 4,950 t of grain, with an average yield of 1.79 tha^{-1}. The oil industry demands high oleic type oil, however, in Mexico, Mexican high oleic varieties have not been generated, so transnational companies offer high oleic hybrid seed, with a high cost of the hybrid seed. Given this problem, INIFAP proposed as its objective the development and

validation of high oleic varieties from advanced generations of commercial high oleic hybrids, after reviewing that the hybrids were not patented by the distribution company. For the generation of high oleic varieties, the improvement method Recurrent Selection Among Self-Fertilized Progenies and the Combined Genealogical Selection method were used, aided by Selection Assisted by Molecular Markers, which allows the identification of high oleic type segregants at 30 days of birth and when they reach flowering the segregants are self-fertilized for several generations (6 cycles). Selected for its varietal characterization and registration with the SNICS the variety TORVIC, of intermediate cycle for its release whose registration record before the National Catalog of Plant Varieties (CNVV) is GIR-002-180424, to be recommended for planting under rainfed conditions mainly, for the state of Guanajuato. It was validated in the north of León, in Apaseo el Alto, and Acámbaro, statistically and numerically surpassing the different commercial hybrid controls.

***Keywords**: Oil quality, omega 9, drought tolerance.*

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial los principales países que destacan por la superficie sembrada y cosechada de girasol son: Rusia con el 29 %, Ucrania 29 %, Argentina 9 %, Rumania 9 % y China 8 % (Bye *et al*., 2009), Derivado del conflicto de guerra entre Ucrania y Rusia el costo del aceite ha subido en por lo menos un 60 %. México es parte del centro de origen del girasol (*Helianthus annuus*) (Lentz *et al*., 2001) y se considera que el girasol fue llevado de América a Europa (Heiser,1998), por colonizadores españoles, ingleses y franceses. Todas las subespecies son naturales de América (Harter, 2004), sin embargo, se le ha dado poca o nula importancia al cultivo en México (Rieseberg y Seiler, 1990). El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI), considera que, en México, a pesar de ser centro de origen del girasol, solo se ha colectado el 25 % de la diversidad genética del girasol silvestre.

Actualmente en 2023, en el país la superficie sembrada es de 2,779 ha con una producción de 4,950 t de grano, con un rendimiento promedio de 1.79 tha^{-1}. Los principales estados productores son: Guanajuato 30 %, Zacatecas 22 %, Sonora 20 %, Jalisco 18 % y Tamaulipas 10 %. Desde el 2013 se ha promovido la siembra de girasol en el estado de Guanajuato, a través de la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR, 2020) y a partir del 2015, se ofrece agricultura por contrato (AC), para la siembra de girasol alto oleico. Las empresas que ofrecen AC son las siguientes: Aceites Especiales Tron Hermanos de Morelia, AK de Jalisco; PepsiCo y Aceites el Mayo. En 2018-19 se sembró y cosecho 1,300 hectáreas de girasol Alto Oleico en AC, en Guanajuato (INEGI, 2022).

La industria aceitera demanda aceite tipo alto oleico, sin embargo, en México (Hernández, 2011), no se ha generado variedades alto oleicas mexicanas, por lo que las empresas trasnacionales ofrecen semilla híbrida alto oleico, con un alto costo de la semilla híbrida.

En el Campo Experimental Bajío del INIFAP, ubicado en Celaya, Guanajuato se realizó el proceso de mejoramiento para la obtención de la variedad TORVIC, a partir de generaciones avanzadas F2 de un híbrido comercial (Syngenta) alto oleico sobresaliente por su rendimiento y adaptación, dentro del proceso del método de mejoramiento denominado Selección Recurrente Entre Progenies Autofecundadas (SREPA) (Benítez, 2002) y el método Selección Genealógica Combinada (SGC) (Márquez, 1988), auxiliada por la Selección Asistida por Marcadores Moleculares (SAMM), la cual permite identificar los segregantes tipo alto oleico usando el marcador FAD-2, seleccionando y obteniendo durante 6 ciclos del proceso de mejoramiento la variedad en cuestión.

Al seleccionar la nueva variedad TORVIC, registrándose ante el SNICS como la primera variedad alto oleico en México, con el número de registro definitivo GIR-002-180424, y con el Título de Obtentor con el número 3472 para el INIFAP, como propietario de la variedad alto oleico. El Objetivo fue validar la variedad TORVIC alto oleica, en ambientes contrastantes en precipitación en Guanajuato, bajo condiciones de temporal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético. TORVIC es una variedad de girasol alto oleico, de ciclo intermedio, con 79 días a floración y 140 días a madurez de cosecha, con altura promedio de planta de 1.88 m y diámetro de capítulo de 26 cm de color amarillo, con flor ligulada larga y disposición recurvada longitudinalmente; la semilla es de color negro de forma elongada. El rendimiento promedio de grano en tres localidades durante dos años, bajo condiciones de temporal, fue de 2,480 kg ha^{-1} y bajo condiciones de riego de 3,210 $kgha^{-1}$; con 41 % de aceite, del cual 90 % es aceite del tipo oleico; en contraste el contenido de ácido oleico de un girasol convencional no supera el 30 %, es tolerante a las enfermedades foliares causadas por *Verticillium dahlie* y *Alternaria helianthi*. Se recomienda para el estado de Guanajuato en localidades con precipitaciones mínimas de 400 mm anuales, en la zona del Centro, Sur, Este y Oeste de Guanajuato, donde se ubican Distritos de Temporal y el Distrito de Riego “Alto Lerma”. Los usuarios potenciales, son aquellos productores del sector agrícola interesados en el cultivo de girasol, con agricultura por contrato, que ofrecen las compañías aceiteras que demandan grano de girasol alto oleico, para cubrir las necesidades del mercado, asegurando la compra de la producción.

Localidades de validación. Para la validación se estableció bajo temporal, tres parcelas de la variedad TORVIC de ciclo intermedio, con productores cooperantes, cada una en una superficie de 0.25 hectárea, en comparación con el testigo híbrido que siembra el productor y se añadió un híbrido tardío Syngenta 3950 y uno precoz P 64H-118 para comparar el comportamiento entre ciclos entre genotipos, en diferentes municipios del estado;

a) Centro-Este del estado, se estableció la parcela de la variedad TORVIC de ciclo intermedio y el testigo híbrido Hornet de ciclo intermedio que usa el productor y se añadió el hibrido tardío Syngenta 3950, en el municipio de Apaseo el Alto, bajo condiciones de temporal, con suelo tipo vertisol, textura arcillosa, con profundidad media (90 a110 cm), clima semiárido semicálido, con precipitación de 380 a 510 mm y una altitud de 1,865 m (IEEG, 2009).

b) Sur-Este del estado, se estableció la parcela de TORVIC y el testigo tardío Syngenta 3950 que usa el productor y se añadió el híbrido precoz P 64H-118, en el municipio de Acámbaro con suelo de tipo vertisol, textura arcillosa, con profundidad (61 a 90 cm), clima semicálido subhúmedo, con precipitación de 480 a 580 mm y una altitud de 1700 a 2100 m (IEEG, 2009).

c) Centro-Oeste del estado, se estableció la parcela de TORVIC y el testigo P 64H-118 y se añadió el híbrido tardío Syngenta 3950, en el municipio de León, con suelo tipo vertisol, textura arcillosa, clima semiseco-semicálido, precipitación 420 a 550 mm y altitud de 1,790 m (IEEG, 2009).

Manejo agronómico en las localidades. Se preparó el terreno bajo labranza tradicional, dando dos rastras, surcado, siembra en suelo húmedo, aplicación de preemergencia de herbicida Premerlin 600 CE en dosis 2.0 L ha^{-1} para control de maleza de hoja ancha y angosta, aplicación de la fórmula de fertilización 80-40-00 todo a la siembra, para el control de diabrotica y chapulín se aplicó Cypermetrina en dosis de 1.0 L ha^{-1}.

Variables agronómicas. Las variables registradas fueron días a floración, altura de planta, diámetro de capitulo, rendimiento, contenido de aceite y precipitación registrada durante el ciclo del cultivo.

Análisis estadísticos. Para hacer la comparación de la variable rendimiento entre los genotipos en estudio, se realizó la prueba de Student para muestras relacionadas (Prueba de t pareada), para lo cual se tomó 10 muestras, cada una de 1 m de longitud (4 plantas por m) en cada genotipo por localidad, realizando las comparaciones pertinentes; para altura de planta, días a floración y diámetro de capitulo se tomó 10 plantas de forma individual, obteniendo el promedio para cada genotipo por localidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra la fecha de siembra con humedad en el perfil de suelo (0-15 cm), la cual depende del inició y cantidad de lluvia para humedecer la parcela, lo cual es variable para cada localidad, para el establecimiento de la parcela de girasol, con los diferentes genotipos establecidos, usando como testigo el híbrido que siembra el productor, así como la fecha cosecha.

Cuadro 1. Localidades, fecha de siembra, genotipos sembrados por localidad y fecha de cosecha.

Localidad	Fecha de siembra	Variedad	Ciclo	Fecha de cosecha
León	23 de julio de 2024	Torvic	Intermedio	15 de diciembre de 2024
		Syn 3950	Tardío	
		P 64H-118 *	Precoz*	
Apaseo El Alto	9 de julio de 2024	Torvic	Intermedio	30 de noviembre de 2024
		Hornet *	Intermedio*	
		P 64H-118	Precoz	
Acámbaro	25 de junio de 2024	Torvic	Intermedio	15 de noviembre de 2024
		Syn 3950 *	Tardío*	
		P 64H-118	Precoz	

* = Testigo de girasol que usa el productor

La localidad de León, fue la última parcela que se sembró, ya que el establecimiento de la lluvia y la humedad del perfil de siembra, se logró hasta el 23 de julio, poco más de un mes de la primera parcela establecida en Acámbaro, Guanajuato y desde luego fue la última que se cosecho el 15 de diciembre. Los resultados en cuanto a rendimiento de grano (Cuadro 2), para la variedad TORVIC (de ciclo intermedio), obtuvo un rendimiento de 2,190 kg ha^{-1} siendo estadísticamente superior a P 64H-118 de ciclo precoz y ambas fueron superiores a Syn 3950 de ciclo tardío, lo que indicaría que TORVIC es una variedad que se puede recomendar para esa región con menor precipitación y menor estación de crecimiento (Cuadro 5).

Cuadro 2. Resultados obtenidos en la localidad de León, Guanajuato, de los diferentes genotipos de la variable rendimiento por hectárea (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo.

Genotipo	Ciclo	Rend kg ha^{-1}	Días a Flor	Altura cm	Diámetro cm
Torvic	Intermedio	2,190 a	80	173	26
P 64H-118*	Precoz*	1,920 b	71	156	28
Syn 3950	Tardío	1,785 c	89	180	24

* = Testigo de girasol que usa el productor

La localidad de Apaseo el Alto fue la segunda parcela que se estableció el 9 de julio y se cosecho el 30 de noviembre, los resultados del rendimiento de grano indicaron que la variedad TORVIC, fue la mejor con un

rendimiento de 2,380 kg ha^{-1} superando al híbrido que usa el productor Hornet y ambas superaron al híbrido P 64H-118 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados obtenidos en la localidad de Apaseo el Alto, Guanajuato, de genotipos para la variable rendimiento por hectárea (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo.

Genotipo	Ciclo	Rend kg ha^{-1}	Días a Flor	Altura cm	Diámetro cm
Torvic	Intermedio	2,380 a	79	180	27
Hornet*	Intermedio*	2,114 b	81	184	28
P 64H-118	Precoz	1,987 c	70	166	28

* = Testigo de girasol que usa el productor

La localidad de Acámbaro, Guanajuato fue la primera parcela que se estableció con fecha de siembra el 25 de junio y la primera que se cosecho el 15 de noviembre. El híbrido Syn 3950 de ciclo tardío, el cual siembra el productor fue el mejor, con un rendimiento de 2,680 kg ha^{-1}, seguida de la variedad TORVIC con 2,524 kg ha^{-1} y ambas superaron estadísticamente a P 64H-118 de ciclo precoz.

Cuadro 4. Resultados obtenidos en la localidad de Acámbaro, Guanajuato, de genotipos para la variable rendimiento por hectárea (Prueba de Student) y promedio de las variables días a floración, altura de planta y diámetro de capítulo.

Genotipo	Ciclo	Rend kg ha^{-1}	Días a Flor	Altura cm	Diámetro cm
Torvic	Intermedio	2,524 b	80	173	26
Syn 3950*	Tardío*	2,680 a	71	156	28
P 64H-118	Precoz	2,130 c	89	180	24

* = Testigo de girasol que usa el productor

En el Cuadro 5 se muestra el promedio concentrado del rendimiento obtenido por los diversos genotipos, en las diferentes localidades, así como los días de la estación de crecimiento y la precipitación durante el ciclo del cultivo en cada localidad. Destaca que a medida que la precipitación, es más abundante en la localidad de Acámbaro (494 mm) y que va disminuyendo en Apaseo el Alto (461 mm) y en León (430 mm) el rendimiento disminuye y los genotipos que menor porcentaje disminuye son TORVIC y P 64H118 (14 % y 10 %) y el de mayor afectación es el híbrido tardío Syn 3950 con un -33 %.

Cuadro 5. Rendimiento de grano de los diferentes genotipos de girasol en tres localidades, así como la precipitación y días de la estación de crecimiento y porcentaje de reducción del rendimiento de los genotipos entre localidades.

Genotipo / Ciclo	Acámbaro Rend kg ha^{-1}	Apaseo el Alto Rend kg ha^{-1}	León Rend kg ha^{-1}	Reducción/Rend (%)
Torvic / Intermedio	2,524 b	2,380 a	2,190 a	-14 %
Hornet / Intermedio*	-	2,114 b	-	-
Syn 3950 / Tardío*	2,680 a	-	1,785 c	-33 %
P 64H-118 / Precoz*	2,130 c	1,987 c	1,920 b	-10 %
Estación de Crecimiento (días)	168	150	140	28 días
Precipitación (mm)	498	461	430	60 mm

* = Testigo de girasol que usa el productor

CONCLUSIONES

La validación de la variedad de girasol TORVIC alto oleica de ciclo intermedio, fue satisfactoria a través de ambientes (localidades) contrastantes en precipitación, días de estación de crecimiento, teniendo una variación de un 14 % en el rendimiento, respecto a los a la variación del testigo híbrido tardío que fue de -33%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benítez RI (2002). Selección recurrente con progenies endogámicas de especies autógamas: Eficiencia de Campo. Agrociencia, vol. 36, núm. 1, enero-febrero, 2002, pp. 55-65; Colegio de Postgraduados; Texcoco, México.

Bye R: Linares E; Lentz D L (2009). México: Centro de origen de la domesticación del Girasol. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, UNAM.12(1):5-12.

Harter AV; Gardner KA; Falush D; Lentz DL; Bye RA; Rieseberg LH (2004). Origin of extant domesticated sunflowers in eastern North America. Nature 430:201-205, https://doi.org/10.1038/nature0271

Heiser BC (1998). The domesticated sunflowers in old Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 45:447-449.

Hernández MM (2011). Cultivos Alternativos para Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. CIRCE. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. Libro Técnico No. 4.

IEEG (2009). Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Guanajuato. Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Gobierno del Estado de Guanajuato.

INEGI (1999). Mapas Topográficos Digitales (escala 1:50,000). Ed. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, D.F.

INEGI (2022). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno de la República de México. 158p.

Lentz DL; Pohl MED; Pope MED; Wyatt AR (2001) Preshistoric sunflower (*Helianthus annuus* L.) domestication in Mexico. Economic Botany 55:370-376, https://doi.org/10.1007/BF02866560

Márquez SF (1988). Genotecnia Vegetal II. Métodos, Teoría, Resultados, AGT Editor, S.A. México. 665p.

Rieseberg LH; Seiler GJ (1990) Molecular evidence and the origin and development of the domesticated sunflower (*Helianthus annuus*). Economic Botany 44:79-91, https://doi.org/10.1007/BF02860477

Secretaria de Desarrollo Agroalimentario y Rural (2020). Análisis de la productividad y rentabilidad de las unidades de producción agroalimentarias del estado de Guanajuato. SDAyR-Gobierno del Estado de Guanajuato. 156p.