



## Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: [www.riit.com.mx](http://www.riit.com.mx)

### **Influencia de los factores bióticos y abióticos en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.): una revisión para el caso de México**

#### **Influence of biotic and abiotic factors on sunflower (*Helianthus annuus* L.) crop: a review for the case of México**

**Ramírez-Jiménez, G., Robledo-Jiménez, C.L., Martínez-Ávila, G.C.G. \*, Treviño-Ramírez, J.E., Meza-Carranco, Z.**

Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, UANL. Av. Francisco Villa S/N, Col. Ex Hacienda el Canadá, General Escobedo, Nuevo León, México. C.P. 66050. Tel. (81) 1340 4399.

[german.ramirezj@uanl.edu.mx](mailto:german.ramirezj@uanl.edu.mx); [claudia.robledo@uanl.edu.mx](mailto:claudia.robledo@uanl.edu.mx); [guillermo.martinezavl@uanl.edu.mx](mailto:guillermo.martinezavl@uanl.edu.mx)\*; [jose.trevinorm@uanl.edu.mx](mailto:jose.trevinorm@uanl.edu.mx); [zahidd.mezaca@uanl.edu.mx](mailto:zahidd.mezaca@uanl.edu.mx)

**Innovación tecnológica:** Factores que influyen para el establecimiento del cultivo de girasol.

**Área de aplicación:** Agronomía.

Recibido: 12 abril 2024

Aceptado: 22 enero 2025

#### **Abstract**

Cultivated sunflower (*Helianthus annuus* L.) is an annual oleaginous plant belonging to the Asteraceae family and the genus *Helianthus*. It is currently being exploited for its potential in the manufacture of biofuels, fodder, human food and for oil production. It is characterized for being one of the agricultural crops that thrives under adverse conditions of temperature, salts, fertilization, moisture deficit, intermittent rainfall and ultimately to uncertain climatic changes. On the other hand, the sunflower crop, like any other crop, is affected by the presence of weeds, which together with the aforementioned factors have negative and positive effects that have repercussions on its production and yield. For this reason, the objective of this work was to carry out, for the first time, a literature review on the effects that biotic and abiotic factors can have on the cultivation of *H. annuus*. The results of research have shown that sunflower has multiple uses and applications, however, when lanted in soils with high levels of salts, low and high temperatures and when in the presence of weeds, yields and production are affected because the physiological and metabolic activity is altered causing modifications in the morphological structures of the plant during its life cycle; however, these alterations can be compensated with fertilization according to data from

studies that have been conducted on this crop. This indicates that there are means by which sunflower production can be increased and improved by applying alternatives that benefit its good yield.

**Key words:** Fertilization, Salts, Sunflower, Temperature, Weeds.

## Resumen

El girasol cultivado (*Helianthus annuus* L.) es una planta oleaginosa anual, perteneciente a la familia *Asteraceae* y al género *Helianthus*. Actualmente, está siendo aprovechado por su potencial en la fabricación de biocombustibles, forraje, alimento humano y para la producción de aceite. Se caracteriza por ser uno de los cultivos agrícolas que prospera bajo condiciones adversas de temperatura, sales, fertilización, déficit de humedad, precipitación intermitente y en última instancia a los cambios climáticos inciertos. Por otro lado, el cultivo de girasol como cualquier otro cultivo, es afectado por la presencia de malas hierbas que junto con los factores antes mencionados tienen efectos negativos y positivos que repercuten en la producción y rendimiento de éste. Por esta razón el objetivo de este trabajo fue realizar, por primera vez, una revisión bibliográfica sobre los efectos que pueden ocasionar los factores bióticos y abióticos en el cultivo de *H. annuus*. Los resultados de investigaciones han mostrado que el girasol tiene múltiples usos y aplicaciones; sin embargo, cuando se siembra en suelos con altos niveles de sales, temperaturas bajas, altas y cuando se encuentra en presencia de malezas, los rendimientos y producción se ven afectados debido a que la actividad fisiológica y metabólica se altera provocando modificaciones en las estructuras morfológicas de la planta durante su ciclo de vida; no obstante estas alteraciones pueden compensarse con la fertilización según datos de los estudios que se han realizado en este cultivo. Esto indica que existen medios por los cuales se pueden incrementar y mejorar la producción del girasol aplicando alternativas que beneficien su buen rendimiento.

**Palabras clave:** Fertilización, Girasol, Sales, Temperatura, Malezas.

## Introducción

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel mundial debido a que tiene una gran diversidad de usos, entre los cuales destaca la producción de aceite, ya que posee una cantidad que oscila entre el 28 a 50 % del mismo (1, 2). Además, este cultivo se utiliza para la alimentación humana y animal, para la fitorremediación, producción de biocombustibles, como planta ornamental; entre otros usos industriales y comerciales (1, 3, 4, 5).

Actualmente, el girasol tiene relevancia dentro de la industria alimentaria principalmente por su alto contenido de aceite en las semillas, pero también, por sus akenios (uso en la confitería) ya que ambos se emplean en la alimentación humana. El aceite es considerado de buena calidad, ya que es rico nutricionalmente en tocoferoles, que son buenos antioxidantes y fuente de vitamina E; además, contiene ácidos grasos insaturados (oleico y linoleico) y vitaminas A, D y K, entre otros compuestos de importancia industrial como fosfatinas y lecitinas (6, 5, 7, 8, 9).

El girasol se caracteriza por ser uno de los cultivos que prospera bajo condiciones ambientales adversas, entre las cuales, se ha reportado la tolerancia a la sequía a corto plazo, frío y el calor; así como a ciertas condiciones de salinidad, radiación solar incidente, condición de nutrientes limitantes y recuperación parcial del estrés hídrico (4, 5, 6, 7).

### **Aspectos agrícolas del cultivo del girasol**

El girasol es una planta anual de ciclo corto que en sus inicios fue cultivado primeramente como ornamental y posteriormente con fines industriales para la producción de aceites comestibles; se puede cultivar bajo riego o en secano (5, 11). En el campo, se conocen cuatro fases de crecimiento, las cuales incluyen siembra a iniciación floral, fase iniciación floral, llenado de grano y la madurez fisiológica-cosecha; es un cultivo no convencional, es decir, se puede cultivar durante dos ciclos al año, los cuales comprende entre los 90-140 días de vida según sea la especie o variedad para cultivar (1).

Recientemente ha sido empleado para el control de malezas utilizando los residuos de su cosecha, ya que al poseer efecto alelopático disminuye la presencia de ciertas malezas en el área del cultivo, lo anterior tiene relevancia debido a la importancia del cultivo y a la producción del girasol en los últimos años. Por otro lado, al incorporar estos residuos al suelo, se está aportando materia orgánica y minerales como nitrógeno, lo cual mejora las propiedades del suelo permitiendo una mayor producción de plantas por m<sup>2</sup>. Por lo tanto, el uso de residuos de girasol es una estrategia prometedora para el control de malezas (13).

### **Aplicaciones y usos del girasol**

Datos recientes reportan que el girasol se está cultivado en diversas regiones debido a que

tiene múltiples usos industriales o bien para la obtención de materia prima para la elaboración de productos y subproductos cosméticos, industriales, alimenticios, etc.; cabe mencionar que en las últimas décadas su uso radica en la producción de aceite para consumo humano o para la fabricación de biodiesel (12, 10).

Otra de las aplicaciones que tiene el girasol, es su utilización como planta forrajera para el alimento del ganado lechero, mediante el empleo de ensilaje, lo cual es una alternativa ante la escases de alimento para los mismos; el ensilaje de girasol aporta 31.8% de proteína cruda y 11.8% menos de energía metabolizable parecido al ensilado de maíz, por lo tanto, es un alimento alternativo para la digestión de los rumiantes en términos de su valor nutricional que puede sustituir al maíz en 25% (14).

En el uso ornamental, el girasol se considera una planta atractiva, la cual esta atribuida particularmente a su llamativa inflorescencia parecido a un sol, cabe mencionar que la belleza ornamental se debe principalmente a sus caracteres morfológicos, que la hacen ver muy atractiva, puesto que tiene un capítulo floral que aparentemente parece a una flor, pero que en realidad está compuesta por decenas o centenares de flores insertadas en una base del receptáculo. Asimismo, su capítulo floral se encuentra bordeado por pequeños pétalos denominados lígulas que pueden tener diferentes tonalidades que van de coloración amarillo a dorado, amarillo a claro o bien amarillo-anaranjado, estas tonalidades las hace ver coloridas al humano convirtiéndolos en la alegría del hogar (11,15, 38,).

En cuanto al uso que tienen las semillas, se ha reportado que puede emplearse para la fabricación de aceite comestible y/o industrial, por ejemplo, el comestible es utilizado en la cocina para la preparación de

alimentos caseros debido a que tiene un sabor agradable parecido al aceite de oliva o almendra, característica que lo hace ser consumible; además, las semillas se usan para alimento de aves de corral y pájaros, así como para la alimentación humana como confitería y ensaladas, pues es una fuente rica de hidratos de carbono y proteínas que contribuyen en el bienestar humano y en la rama de la industria para la fabricación de biodiésel y otros derivados (1, 15).

### **Distribución y producción de girasol**

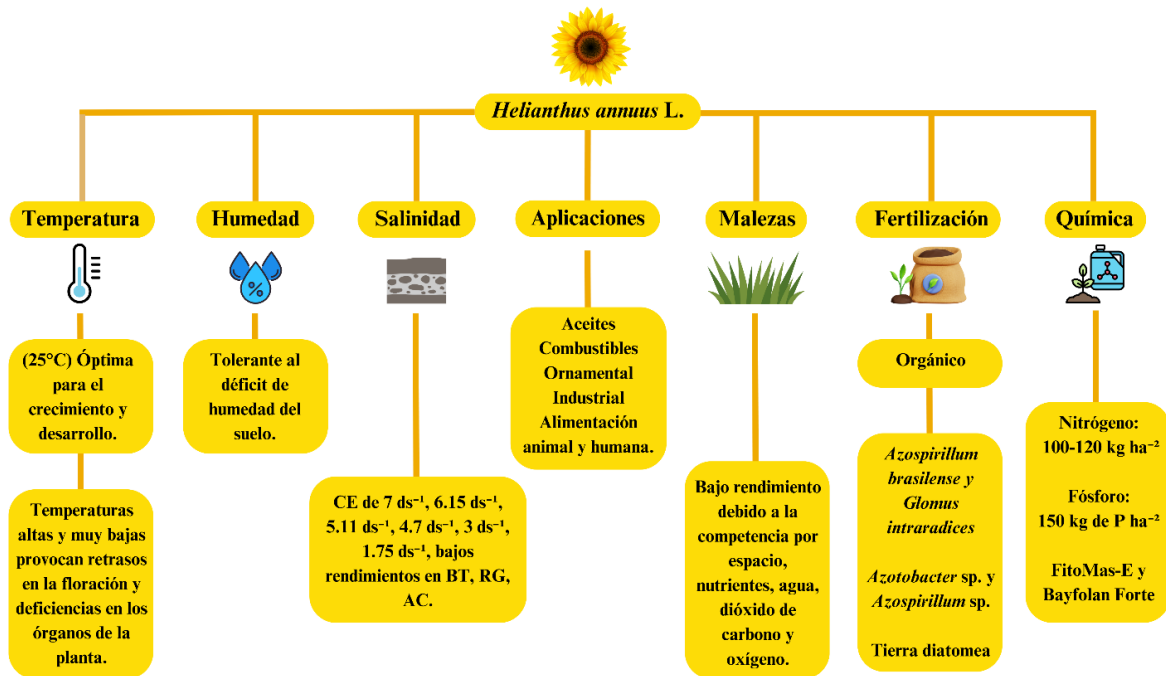
A nivel mundial, se considera que *H. annuus* es uno de los cultivos oleaginosos más importantes en la producción por volumen, de los cuales 54.9 millones de toneladas de grano se producen principalmente en Ucrania, Rusia y Argentina; junto con la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.), la soya (*Glycine max* (L.) Merr.) y la colza (*Brassica napus* L.), por lo que el girasol se encuentra dentro de las oleaginosas más importantes del mundo (12). Actualmente, el girasol se cultiva en casi todas las partes del mundo, principalmente en países de clima templado como Argentina, Rumania, Rusia, China y Ucrania, siendo este último el principal productor con el 30.6% de la producción mundial (16, 17, 12).

Los datos de producción hasta el 2018 reportan que a nivel mundial se produjeron

45.75 millones de toneladas de este cultivo, donde los principales países productores fueron Ucrania, Rusia, Argentina y China con un 30.6, 24.0, 7.4 y 6.2 %, respectivamente. México aportó solo el 0.28% de la producción mundial de este cultivo (16); Así pues, la producción nacional fue de 9, 263 t en una superficie cosechada de 6,629 ha, con un rendimiento promedio de 1.39 t. ha<sup>-1</sup>, donde los principales estados productores fueron Sonora, Zacatecas, Guanajuato, Jalisco y Estado de México (18, 10).

Otros estados en donde se cultiva el girasol son Coahuila, Chihuahua, San Luis Potosí, Durango, Tamaulipas y Nuevo León (19, 16, 6). Lo cual, es un indicativo del potencial productivo que tiene México, debido a que, si se aumenta la producción de este cultivo, se podrían aumentar los rendimientos (t. ha<sup>-1</sup>) y por lo tanto los ingresos económicos.

Por otra parte, en el establecimiento de los cultivos agrícolas existen algunos factores bióticos (malezas, plagas, enfermedades) y abióticos (temperatura, humedad, salinidad, fertilización, etc.), que afectan la germinación, crecimiento y desarrollo, así como la producción y rendimiento del girasol. Estos factores pueden repercutir significativamente en los intereses del productor, pero sobre todo en el cultivo (Figura 1).



**Figura 1.** Principales usos, aplicaciones y factores que intervienen en la germinación y ciclo de vida de *H. annuus* L. \*Fuente: elaboración propia con datos de 2, 4, 9, 10 y 33. \*CE: conductividad eléctrica; ds: decibeles.

Por lo anterior, surge la necesidad de conocer los aspectos más detallados sobre el cultivo del girasol, por lo cual esta revisión tuvo como objetivo reunir información relevante que permita dar a conocer las condiciones en las que se debe cultivar *H. annuus*, así como dar a conocer los factores bióticos y abióticos que influyen de una u otra manera en la cultivación de éste (33, 10, 9, 4, 2). Por otro lado, los efectos que cada uno de estos factores pueden ocasionar durante el desarrollo de la planta se describen en los resultados.

**Metodología**

Se revisaron en total 45 documentos científicos y reportes oficiales relacionados

con el cultivo del girasol, particularmente en México. Las áreas de importancia sobre la revisión bibliográfica realizada en esta investigación sobre *H. annuus*, fueron: aspectos agrícolas del cultivo del girasol, aplicaciones y usos, distribución y producción de girasol, efecto de la salinidad y humedad, efecto de la fertilización en el girasol, efecto de la temperatura en el rendimiento y efectos de las malezas, plagas y enfermedades que influyen en bienestar del cultivo, estas literaturas incluyeron: artículos científicos, tesis universitarias, memorias presentadas en congreso y notas técnicas de instituciones como el INIFAP, INIA y SIAP, abarcando desde el año 1990 hasta el 2023 (Tabla 1).

**Tabla 1.** Documentos revisados para la revisión del caso girasol en México.

Documentos	Cantidad	Años de publicación
Artículos científicos	30	Desde 2005 hasta 2022
Tesis universitarias	5	Desde 2017 hasta 2023
Memorias	2	Solo 2021
Notas y fichas técnicas	7	Desde 1990 hasta 2021
Libros	1	Solo 2001
<b>Total</b>	<b>45</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos de la revisión bibliográfica.

## Resultados y Discusión

### Efecto de la salinidad y humedad en *H. annuus* L.

La salinidad del suelo es un parámetro que afecta la producción de los alimentos a nivel mundial (39).

De acuerdo con lo antes mencionado, diversos estudios han demostrado que cuando el girasol se siembra en suelos con altas concentraciones de sal, el rendimiento de grano se reduce, debido a que hay una disminución de la actividad fotosintética, además de generar estrés durante el desarrollo del girasol, mismo que afecta los procesos fisiológicos y bioquímicos en el metabolismo de las plantas mientras que, cuando el girasol se cultiva en suelos con baja cantidad de sales se presenta una mayor acumulación y

distribución de la materia seca en la planta (2, 10, 20).

Por ejemplo, en suelos con una conductividad eléctrica (CE) de  $7 \text{ dS m}^{-1}$ , la acumulación de materia seca en el tallo, hojas, receptáculos y granos de la planta se reduce, mientras que otras variables tales como la biomasa total, el rendimiento de grano, el área del capítulo y el grano del capítulo disminuyen en un 24, 28, 18 y 18 %, respectivamente (2). Además de las variables anteriores, se obtiene un menor número de granos por metro cuadrado, todo ello, puede atribuirse al exceso de sales en el suelo que altera la ruta metabólica, biológica, bioquímica y fisiológica del girasol tales como el transporte de agua o nutrientes en el sistema vascular (2). Algunos efectos de las concentraciones de sales en variables importantes en el desarrollo de la planta de girasol se observan en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Efecto del rendimiento y otras variables del girasol durante el período de crecimiento en función de la salinidad del suelo.

Tratamiento	Biomasa total $\text{g m}^{-2}$	Rendimiento de grano $\text{g m}^{-2}$	Peso de 100 semillas (g)	Área de capítulo $\text{cm}^2$	Referencia
Salinidad (CE: $0.49 \text{ dS m}^{-1}$ )	1365	346	8	31.5	(7)
Salinidad (CE: $2 \text{ dS m}^{-1}$ )	1067	314	-	26.1	(2)
Salinidad (CE: $5.11 \text{ dS m}^{-1}$ )	777	228	6	9.5	(2)

Fuente: elaboración propia con información de 7 y 2.

Un estudio similar fue realizado por Arenas-Julio y col. (10), quienes evaluaron la producción de girasol en función del tipo de suelo y salinidad a una CE de  $5.11 \text{ dS m}^{-1}$ , los autores obtuvieron rendimientos bajos en biomasa total (BT) ( $777 \text{ g m}^{-2}$ ), rendimiento de grano (RG) ( $228 \text{ g m}^{-2}$ ) y área de capítulo (AC) pequeño ( $9.5 \text{ cm}$ ) (Tabla 2); además, el índice de cosecha (IC) se redujo en un 25%, lo cual se le atribuye a que las plantas

estuvieron en estrés y absorbieron el agua en menor cantidad.

Resultados similares, fueron obtenidos por Dantas-Travassos y col. (21), donde los autores encontraron que cuando el girasol se siembra en suelos con una CE de  $3.0 \text{ dS m}^{-1}$ , el crecimiento y el desarrollo de las plantas es afectada, debido a que hubo disminución en la absorción y/o consumo de agua, la cual fue de 8.12, 23.69, 33.66 y 39.00 % a los 15, 30,

50 y 70 días, después de la germinación (DDG) de las plantas.

Por su parte Dos-Santos y col. (4), encontraron que la salinidad del agua en niveles que van de 0.7 a 4.7 dS<sup>-1</sup> reduce la altura de las plantas del girasol en 8.74, 12.49, 12.74, 10.75 y 10.04 %, lo cual podría deberse a que hay un exceso de iones cloruro de sodio (NaCl) en los tejidos vegetales; asimismo, esto puede atribuirse a que existe una reducción de la actividad osmótica en la solución del suelo, así como una posible toxicidad e inestabilidad nutricional de las plantas. Por lo tanto, la salinidad del agua afecta significativamente la altura de plantas (AP), número de hojas (NH) y área foliar (AF) en los 15, 30, 45, 60 y 75 días después de la siembra (dds), así como el diámetro del tallo que se ve afectado a medida que aumenta la CE del suelo (de 0.7 a 4.7 dS<sup>-1</sup>).

Lo anterior concuerda con el estudio recientemente realizado por Arenas-Julio y col. (10), al determinar rendimiento de biomasa total (BT) y rendimiento de grano (RG) en girasol donde los autores encontraron que en suelos con textura franco-arenosa a bajas concentraciones de sales (CE de 0.49 dS<sup>-1</sup>), el girasol obtiene un mayor incremento en el rendimiento de BT y RG en 17 y 21 %, respectivamente. Además, las plantas obtienen una mayor área de capítulo (AC), peso de semillas (PS) y mayor índice de cosecha (IC) en comparación con un suelo franco arcilloso limoso con una CE de 1.75 dS<sup>-1</sup>. De la misma forma, Wang y col. (22), quienes estudiaron la influencia de la salinidad del suelo sobre la cobertura del dosel del girasol, encontraron que, bajo las mismas condiciones meteorológicas, la actividad estomática de las hojas del girasol disminuye cuando existe una CE alta (6 -15 dS<sup>-1</sup>) en el suelo, esto se debe a que la raíz de la planta no asimila adecuadamente los nutrientes y agua necesarios para cubrir sus necesidades, por lo tanto, la planta no se

desarrolla con eficiencia debido a que entra en estrés fisiológico.

### **Efecto de diferentes dosis de fertilización en el cultivo de girasol**

En un estudio acerca de los efectos de fertilización del girasol realizado por Dos-Santos y col. (4), los autores encontraron que cuando el agua de riego presenta una CE de 0.7 a 4.7 dS m<sup>-1</sup> a 25 °C combinado con una dosis de nitrógeno (N) de 50 a 150 mg kg<sup>-1</sup>, no hay un efecto significativo en cuanto a los rendimientos de biomasa (se obtienen rendimientos iguales en suelos con sales y con aplicación de N). Esto fue atribuido a que en dosis de fertilización de 50-150 mg kg<sup>-1</sup> y una CE baja no afecta el funcionamiento fisiológico de la planta.

Resultados similares fueron obtenidos por Escalante-Estrada y col. (2), quienes estudiaron el efecto de un suelo salino (0.7 dS<sup>-1</sup> de sales) con fertilización nitrogenada en dosis de 100 kg ha<sup>-1</sup>, en donde observó que no hubo incremento de rendimiento en BT para ambos tratamientos y que la aplicación de estos no repercutió en la etapa fenológica del girasol (días a floración, aparición del capítulo y madures fisiológica).

Por otro lado, Arenas-Julio y col. (7) encontraron que cuando se aplica una dosis de fertilización nitrogenada en niveles de 0-100 kg ha<sup>-1</sup> (0-100 N), se obtiene incremento del rendimiento de la biomasa total (BT) y del grano (RG) en 42 y 28 %, respectivamente. Asimismo, se logra aumentar el peso de las semillas y el área del capítulo (AC) en comparación con no aplicar algún tipo de fertilización (Tabla 3). Estos resultados concuerdan con lo encontrado por Escalante-Estrada y col. y Dos-Santos y col. (2, 4), al estudiar los efectos del nitrógeno en el cultivo de *H. annuus*, pues las plantas aprovechan eficientemente los aportes de este fertilizante obteniendo resultados favorables.

**Tabla 3.** Efectos de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y componentes del girasol.

Tratamiento	Biomasa total g m <sup>2</sup>	Rendimiento de grano g m <sup>2</sup>	Peso de 100 semillas (g)	Área de capítulo cm <sup>2</sup>	Referencia
Nitrógeno (100 kg ha <sup>-1</sup> )	1381	390	7.9	35.4	(10)
Nitrógeno (120 kg ha <sup>-1</sup> )	-	412	10.0	11.0	(36)
Nitrógeno (120 kg ha <sup>-1</sup> )	1650	541.5	10.7	28.63	(37)

Fuente: Elaboración propia con información de 10, 36 y 37.

Otro estudio realizado por Arenas-Julio y col. (10), comprobó que el N aumenta el RG (51%) y BT (160%) a una dosis de 350 g m<sup>2</sup> y 1392 g m<sup>2</sup>, respectivamente en función de la densidad de población (12 plantas m<sup>-2</sup>); debido a que al aplicar 100 kg ha<sup>-1</sup> de N a una densidad de 12 plantas m<sup>-2</sup>, se favorece la translocación de fotoasimilados, lo cual indica que el suministro del N es necesario para incrementar la acumulación de BT en el tallo y órganos de la planta.

Por otra parte, el fosforo, es un macronutriente eficiente en la obtención de buenos rendimientos de *H. annuus*. Morales-Ruiz y col. (23) estudiaron los efectos del fosforo sobre variables agronómicas y biológicas del girasol, los autores obtuvieron un rendimiento agronómico (peso de aquenios) de 46.66 g/planta al aplicar 150 kg de P ha<sup>-1</sup> en el cultivo de girasol y un rendimiento biológico (peso seco de tallo, hojas e involucro) de 122.00 g/planta al aplicar la misma dosis. Cuando no hubo ninguna aplicación de este fertilizante considerando las condiciones del ambiente (seco), los rendimientos fueron bajos (13, 33 y 28.00 g/planta respectivamente).

Los biofertilizantes de origen natural como tierra diatomea parecen ser una alternativa para el manejo del cultivo de girasol, ya que también permite la obtención de rendimientos

favorables que aumentan la productividad de este (7). Asimismo, microorganismos como: *Azospirillum brasilense* (0.4 kg) y hongos micorrízico *Glomus intraradices* (1 kg), en forma de biofertilizantes aplicados en el cultivo de girasol, demostraron que el rendimiento del grano y de biomasa total aumentó en un 16 y 25 %, respectivamente, lo cual, podría deberse a que estos organismos liberan exudados hormonales que promueven mayor producción de materia a nivel fisiológico en *H. annuus* como lo reportaron (7).

Resultados similares fueron observados por Ali y col. (24) cuando aplicaron biofertilizantes (*Azotobacter* sp. y *Azospirillum* sp.) en el cultivo de girasol en donde, obtuvieron incremento en el rendimiento del grano y de la biomasa total en un 10%, estos resultados corroboran que la aplicación de biofertilizantes permite la estimulación de la buena producción de *H. annuus*.

Por otra parte, Raya-Montaña y col. (12), con aplicación foliar de tierra diatomea en la variedad cv. Victoria, aumentó el rendimiento de grano en 83% (2,047 kg ha<sup>-1</sup>) y produjo una buena cantidad de materia seca (1,290 g m<sup>-2</sup>) cuando este producto natural se aplicó en intervalos de siete dds, en dosis de 1.0% sobre el cultivo de girasol.

Otros biofertilizantes que han demostrado resultados positivos en el buen desarrollo del girasol son FitoMas-E y Bayfolan Forte. Un estudio realizado por Mena-Lorenzo y col. (25), encontraron que al realizar la combinación o mezcla de FitoMas-E+Bayfolan Forte, se estimuló el crecimiento celular de la planta, el cual aumentó el crecimiento longitudinal del tallo (2.26 cm/d). Sin embargo, en el diámetro del tallo no hubo un efecto positivo, lo cual se atribuyó a que durante ese periodo de actividad la planta invirtió parte de su energía en la competencia por altura, pero no en el desarrollo del tallo.

Otra de las alternativas, rentables para mejorar el rendimiento y productividad en los cultivos es la aplicación de productos orgánicos como codornaza (estiércol de codornices) como lo reportan Palacio-Román y col. (26), quienes evaluaron dosis de 6.250 kg ha<sup>-1</sup> en dos láminas de riego sobre el crecimiento y desarrollo de *H. annuus*; los autores encontraron que esta dosis aumentó el número de hojas, botones florales y el peso de las semillas, lo cual pudo atribuirse a que la codornaza es un producto que permite el mejoramiento de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, y ello repercute en el aumento de algunas variables del cultivo. Cabe mencionar que la codornaza permite retener y captar mayor humedad cuando el suelo lo requiere (26).

### **Efectos de la temperatura en el rendimiento del girasol**

El girasol puede germinar y desarrollarse favorablemente en rangos de temperaturas que oscilan entre los 21 y 25 °C, la óptima es 25 °C (26, 27, 28, 29). Cabe mencionar que entre más alta sea la temperatura (21-25 °C) la germinación será más rápida, en contraste, si la temperatura es menor (4 °C) la germinación cesa. Sin embargo, una vez que *H. annuus* germinó puede adaptarse a rangos

de temperatura que oscilan entre los 25 a 30 °C como máximo y, de 13 a 17 °C como mínimo, pero con esta última se puede experimentar un retraso en la floración y mal formación de la planta (26, 38).

Además, temperaturas por debajo de 4 °C pueden dañar el ápice de la planta o bien el desarrollo morfofisiológico (28, 29, 30). Por lo anterior, son diversos los efectos que influyen en el establecimiento y producción del cultivo de girasol en diferentes temperaturas.

Los eventos extremos de temperatura interfieren en la supervivencia, tasa de crecimiento, aptitud biológica de poblaciones naturales y rendimiento del cultivo del girasol Deryng y col. (31); por otra parte, Hernández y col. (32), demostraron que las plantas silvestres de *H. annuus* y otras variedades de esta especie como cv. Victoria, sembradas en campo sufren estrés por calor, cuando se establecen en condiciones de temperatura alta (43.5 y 54 °C), lo cual ocasiona importantes afectaciones en el rendimiento final, y por lo consiguiente se afirma que tienen una supervivencia menor cuando se siembran a temperaturas elevadas (43.5 a 54 °C).

De acuerdo con el estudio reportado por Arenas-Julio y col. (10), donde se evaluó el rendimiento del girasol por efectos de la temperatura (Tabla 4), señalan que éste se desarrolla adecuadamente durante la mayor parte de su ciclo fenológico a temperaturas que van de 22 a 34 °C, debido a que existe una actividad fotosintética eficiente en la planta y una buena absorción hídrica. Sin embargo, también encontraron que cuando se presentó la mayor temperatura (34 °C), se redujo la etapa de llenado de grano de la planta, lo cual, se atribuyó a que al final de este periodo se presentó un déficit hídrico en las plantas, es decir, no hubo absorción correcta de agua lo cual, dificulta la actividad fisiológica.

**Tabla 4.** Efectos de la temperatura en el rendimiento y sus componentes del girasol.

Tratamiento	Biomasa total g m <sup>2</sup>	Rendimiento de grano g m <sup>2</sup>	Peso de 100 semillas (g)	Área del capítulo cm <sup>2</sup>	Referencia
Temperatura (28.4 °C)	1430	256	-	-	(34)
Temperatura (25 °C)	1067	314	-	26.1	(35)

Fuente elaboración propia con datos tomados de 34 y 35.

Por su parte, de la Haba y col. (27), estudiaron la fisiología proteómica del girasol para observar los efectos de la temperatura sobre las hojas, observaron que cuando las plantas se exponen a 5 °C y por arriba de sus condiciones óptimas de crecimiento (40 °C), la actividad fotosintética de las hojas y la conductancia estomática disminuyen en un 62 y 75 %, respectivamente. Esta disminución puede suceder debido a que a 40 °C se reduce el contenido de clorofila, lo cual puede ocasionar la peroxidación lipídica de las membranas de los cloroplastos y tilacoides. Por otro lado, señalan que, a temperaturas elevadas, el crecimiento de las hojas primarias es menor, asimismo, temperaturas arriba de 28 °C, puede ocasionar dificultad de la acumulación de aceite en las semillas (27, 38).

### Efectos de las malezas en el rendimiento y producción del girasol

Las malezas ocasionan daños severos en las primeras fases del crecimiento vegetativo del girasol, los daños que las malezas causan al girasol se traducen en dos tipos: a) directos, aquellos que se ocasionan por la competencia por recursos como el agua, acceso a la luz solar, nutrientes del suelo, espacio y bióxido de carbono, etc.; los daños indirectos: aquel que sufre el cultivo al realizar la cosecha debido a la incidencia de patógenos, insectos, impurezas, humedad, olor o sabor desagradable (40).

Otro de los efectos adversos que las malezas ocasionan en el girasol, es la sensibilidad de las plantas en las etapas tempranas; las malezas evitan que el girasol se desarrolle

morfo y fisiológicamente en altura, diámetro de tallo y área foliar de forma regular (33).

Cuando los daños generados por la competencia de las malezas en el girasol son severos, se disminuye el rendimiento de grano, este efecto lo encontró Ramírez-Jiménez (42) al evaluar el rendimiento del grano del girasol variedad Panther DMR con la presencia de malezas, este autor reportó pérdidas del rendimiento de grano de hasta 43 kg h<sup>-1</sup> por cada día que el cultivo permanece con malezas en un lapso de 20 hasta 108 días después de la siembra. Un resultado similar lo encontró en la variedad Hornet, al evaluar el rendimiento, encontró que por cada día que el cultivo permanece con la presencia de malezas el rendimiento se disminuye en 9.0 kg ha<sup>-1</sup>, en un lapso de 20 hasta 116 días después de la siembra por la competencia de malas hierbas. Carpaneto y col. (46), evaluaron el rendimiento del girasol a través del peso seco de las malezas, y encontraron que el rendimiento del girasol disminuyó a 5.37 g m<sup>-2</sup> por cada gramo m<sup>-2</sup> de aumento de peso seco de malezas.

Las principales malezas que afectan el cultivo de girasol durante su crecimiento en alguna regiones de México se describen a continuación: Norte de México: Lampote (*Simsia amplexicaulis*), aceitilla (*Bidens odorata*), quelite bleado (*Amaranthus hybridus*), malva (*Anoda pentachista*), verdolaga (*Portulaca oleracea*); región del bajo: Chotol (*Thitonia tubaeformis*), Quesillo (*Anoda cristata*), camalote (*Panicum halli*), quebraplato (*Ipomoea hederacea*), quelite bleado (*A. hybridus*),

quelite cenizo (*Chenopodium album*), rosa amarilla (*Melampodium perfoliatum*), pasto rayado (*Echinochloa colona*), verdolaga (*P. oleracea*), aceitilla (*Bidens bipinata*), coquillo (*Cyperus esculentus*), lechosa (*Euphorbia dentada*), tomatillo (*Physalis pubescens*), golondrina (*Euphorbia albomarginata*), zacate johnson (*Sorghum halepense*), zacate pegarropa (*Setaria adhaerens*), grama (*Cynodon dactylon*), correhuela (*Convolvulus arvensis*), chicalote (*Argemone mexicana*), olotillo (*Acalypha ostryifolia*); Noreste de México: avena (*avena sp.*), alpiste (*Phalaris minor*), choal blanco (*Chenopodium alba*), choal morado (*Chenopodium murale*), girasol silvestre (*H. annuus*), correhuela (*C. arvensis*), malva (*Malva parviflora*), zacate johnson (*S. halepense*), pamita (*Sisymbrium irio*), mostaza (*Brasica sp.*), trigos y cártamos voluntarios (36, 38, 41).

En el sur de México, las malezas que se presentan afectando los cultivos de siembra temporal del girasol son diferentes, algunos de los más importantes son: quelites, toloache, verdolaga, zacate de agua o choneano (38).

En cuestiones socioeconómicas, Hernández y Medina (41), evaluaron la rentabilidad de la

producción de girasol con presencia de malezas en Guanajuato y, encontraron que si se realiza un control de malezas con herbicida se genera un gasto de 2100.00 pesos ha<sup>-1</sup>, en cambio, si el control se realiza de manera mecánica tradicional (escarda), se genera un gasto de 4950.00 ha<sup>-1</sup>, este resultado indica que las malezas no solo afectan a las plantas, sino que también los intereses del productor. El control incorrecto de las malas hierbas en el girasol disminuye su rendimiento final (44, 45).

Una forma de evitar daños en el establecimiento y producción del girasol es mediante la aplicación temprana de herbicidas de contacto de amplio espectro, este método permite la eliminación de la competencia de las malas hierbas desde el inicio del crecimiento del cultivo o bien si se emplea labores culturales tempranas (41, 45).

### Efecto de las plagas en el establecimiento del cultivo del girasol

Diferentes son las plagas que afectan el cultivo del girasol durante su crecimiento y desarrollo, en la tabla 5 se describen las principales plagas de este cultivo en México.

**Tabla 5.** Principales plagas del cultivo del girasol.

Nombre común de la plaga	Nombres científicos	Estructura de la planta que afecta o daña
Gusano de alambre	<i>Melanotus sp.</i>	Raíces y partes aéreas de la planta
Palomilla de la cabeza o capítulo	<i>Homoeosoma electellum</i>	Capítulos y semillas o granos en formación
Chinche Lygus y rápida	<i>Lygus spp.</i> , y <i>Creontiades sp.</i>	Botones florales en el capítulo y granos en formación, cogollo.
Gusano prieto	<i>Vanessa cardui</i> y <i>V. carye</i>	Hojas de la planta
Mosca del capítulo	<i>Neotephritis finalis</i>	Ovarios y granos en formación, deformaciones en el capítulo
Picudo de manchas	<i>Cylindrocopeterus adspersus</i> (LeC)	Tejido fino epidérmico del follaje y del vástago del girasol
Picudo negro	<i>A. Occidentale</i> (Fall)	Hojas y vástagos de la planta
Picudo gris	<i>Smicronix sordidus</i> (LeC)	Semillas en postcosecha
Gusano soldado	<i>Spodoptera sp.</i>	Follaje y/o botes tiernos de las plantas
Gusano minador	<i>Lyriomiza sp.</i>	Hojas (picaduras formando galerías)
Gorgojo confuso de la harina	<i>Tribolium confusum</i> (Jau du Val)	Semillas en almacén

Fuente: Elaboración propia con datos de 40, 43 y 38.

Otras plagas importantes son: Picudo trozador de las hojas y capítulos, pulgones, gallina ciega (*Phyllophaga* sp.) y pájaros (38, 40). Las plagas de menor importancia son: Frailecillo (*Macroductylus mexicanus*), mosquita blanca (*Bemisia* sp.) y chapulín (*Sphenarium purpurascens*) (40).

Los daños y efectos que las plagas ocasionan al cultivo del girasol se describen a continuación:

Gusano trozador negro (*Agrotis ipsilon* Hufnagel), Gusano trozador granuloso (*Feltia subterranea* Fabricius), gusano trozador jaspeado (*Peridroma saucia* Hubner), todos los gusanos trozadores en estado larvario y adulto se alimentan del follaje de las hojas y de los tallos de las plantas jóvenes, respectivamente, la cual, ocasionan debilitamiento y por lo consiguiente pérdida de los cultivares si no se atiende a tiempo (43).

Plagas del suelo de los géneros: *Agrotis*, *Euroa*, *Peridroma*, *Feltia*, larvas de diabrotica y gallina ciega (*Phyllophaga* sp.), son plagas que afectan plántulas de girasol al alimentarse de la raíz y los talluelos, provocando una reducción de la población del cultivar cuando se presentan en altas incidencias (38). Por otro lado, las plagas crisomélidos (Diabroticas), en estados adultos afectan las hojas del girasol al alimentarse de ellas ocasionando horadaciones irregulares, es recomendable controlarlas cuando se manifiesta en altas incidencias; otras plagas como *Lygus spp* y *Creontiades sp.*, en sus estados de ninfa y adulto, también atacan a la planta de girasol en la etapa de floración succionando los botones florales en el capítulo y los granos en formación, la cual, origina envainamiento de los granos del capítulo (38).

Una plaga de gran interés es la palomilla del capítulo (*Homoeosoma electellum*), las larvas

de este insecto permanecen sobre el capítulo de la planta alimentándose de los granos de polen, de los granos en formación, también, dañan el capítulo formando galerías y a la vez, depositan sus huevecillos sobre las florecillas del capítulo, cuando los daños de las larvas de esta plaga son mayores los capítulos sufren mal formación; una larva de este insecto en promedio puede dañar 12 granos en un lapso de 15 a 19 días (42, 44). El gusano prieto es otra plaga de importancia en los campos de girasoles en México, los daños que ocasionan se observan en las hojas al enrollarlas con una tela adentro de las cuales descarna vorazmente, en grandes poblaciones, se puede ocasionar daños severos a la plantación y, por lo tanto, la producción (42). Mosca del capítulo, los daños de esta plaga suceden cuando se alimentan de los ovarios y granos en formación, asimismo, puede ocasionar deformaciones del capítulo, lo que impide que se formen los granos (42, 44).

Picudos, los daños lo ocasionan en el tallo de la planta, la cual, consiste en un corte circular de entre cinco a 10 centímetros cerca del botón floral o capítulo, cuando los daños son severos se ocasiona la caída del capítulo; en altas infestaciones provocan rendimientos finales bajos (44). Mosquita blanca, esta plaga afecta a la planta de girasol en cualquiera de sus etapas de desarrollo, pero, el mayor daño lo causa en las primeras etapas de desarrollo, además afecta a la planta al succionar la savia y es considerado como un transmisor de virus (44).

### **Efectos de las enfermedades en la salud del girasol**

Las enfermedades alteran las estructuras de las plantas de girasol, por ejemplo, el mosaico ocasiona amarillamiento de las hojas, una vez que la plantación se encuentra infestada con esta enfermedad se recomienda destruirlas (44). Otra enfermedad es la pudrición seca del

tallo, los daños que ocasiona son áreas de coloración café y negro sobre el cuello de las plantas, cuando los daños son severos las hojas y la plantas se marchitan (44). El mildiu es otra enfermedad importante del girasol, los síntomas que el agente causal ocasiona en la planta son manchas amarillentas a verde pálido sobre el has y color blanquecino en el envés de las hojas, lo anterior genera debilidad, formación de hojas pequeñas y por consiguiente enanismo en la planta (44).

Por otro lado, la roya de la hoja (*Puccinia helianthi* Schw) también afecta las estructuras de esta planta manifestando puntos de color amarillo-rojizo en el envés de las hojas, además de pústulas circulares pequeñas con presencia de polvillo naranja o negro, cuando los síntomas son fuertes las hojas se secan (38, 40, 44). La mancha por alternaria (*Alternaria helianthi*) o mancha negra, es una enfermedad que afecta al girasol en cualquiera de sus etapas provocando manchas de color café o negro rodeados por halo clorótico en las hojas, tallos y capítulos, cuando esta enfermedad es severa ocasiona defoliación, posteriormente secamiento y por último acame (caída) de los tallos de las plantas (38, 40). La cenicilla (*Oidium mangiferae*) en el girasol es una enfermedad frecuente que aparece durante la etapa de floración del girasol. Ataca las hojas primarias de la planta apareciendo primeramente manchas con polvillo blanquecino, una vez crecidas cubren toda la hoja provocando clorosis, si no se atiende a tiempo ocasiona la muerte del tejido celular (40). Pudrición sureña (*Erwinia carotovora*), los primeros síntomas de esta enfermedad

aparecen en la etapa de floración o después, los daños se observan como marchitamiento general, pero también, se observan pudriciones en la base del tallo y raíz, las cual provoca la muerte de la planta (40).

Una enfermedad más es la macha del tallo del girasol ocasionado por *Alternaria solani*, los daños por esta enfermedad ocasionan la reducción del del peso de la semilla y el contenido de aceite en un 50 y 60 %, respectivamente, los síntomas se muestran durante o después de la etapa de floración de la planta; las lesiones son manchas cafés, pequeñas, ovaladas o romboidales en el tallo. En la actualidad no hay métodos eficientes para combatir esta enfermedad (40). La secadera de plántulas, es una enfermedad que aparece en las siembras del girasol ocasionando una reducción en la población del cultivar, ocasionando la disminución capítulos por m<sup>2</sup> y, por lo tanto, menor rendimiento del grano; los primeros daños de esta enfermedad se reflejan en la reducción de plántulas por metro cuadrado al provocar la pudrición de la semillas al inicio de la germinación, el segundo daño de esta enfermedad se puede observar cuando la semilla ya ha germinado, observándose que una parte del hipocótilo no emerge por completo, el ultimo daño lo ocasiona cuando la planta ya ha emergido atacando el cuello de la planta al formar una mancha rojiza o café que ahorca la planta y finalmente ocasionando la secazón de esta (38). Para el control de estas enfermedades se pueden utilizar los productos que se describen en la (Tabla 6) en la dosis indicada.

**Tabla 6.** Enfermedades del girasol en México y su forma de control.

Enfermedad	Productos y/o medidas para control	Autor de referencia
Mosaico	Manzate D (1kg disuelto en 200 L ha <sup>-1</sup> )	(38)
Pudrición seca del tallo	Tratar semillas con Arasán o Captan 1gr/kg de semilla	(44)
Mildiu	Benomyl (500 g ha <sup>-1</sup> ), carbendazim (2 kg ha <sup>-1</sup> )	(40, 44)
Roya de la hoja	Variedades resistentes y rotación de cultivos	(38, 40, 44)
Mancha por alternaria	Mancozeb, 2 a 3 kg ha <sup>-1</sup> (0.3%); carboxin y carbendazim al 0.1%.	(38, 40)
Cenicilla	Benomyl (500 g ha <sup>-1</sup> ), carbendazim (2 kg ha <sup>-1</sup> )	(40)
Pudrición sureña	Quema de plantas infectadas, arado profundo.	(40)
Mancha del tallo del girasol	Evitar encharcamientos del terreno y no sembrar en suelos mal drenados	(40)
Secadera de plántulas	Thiram, Carbendazim	(38)

Fuente: elaboración propia con datos de 38, 40 y 44.

## Conclusiones

El girasol cultivado es una alternativa rentable dado que es una fuente de la que se pueden obtener productos y subproductos, para alimentación humana, así como animal; además, tiene diversos usos. Sin embargo, es necesario conocer las condiciones en las que se encuentra el suelo en donde se quiere establecer este cultivo dado que influyen en el buen crecimiento y desarrollo morfofisiológico de esta. También, debe considerarse la fertilización química, la biofertilización y como alternativa sustentable la fertilización orgánica, ya que son indispensables para obtener buenos rendimientos. Por otro lado, la temperatura es otro factor importante en el establecimiento del girasol debido a que cuando se tienen temperaturas óptimas en la región se promueve la germinación, crecimiento y desarrollo de la planta. No obstante, el manejo y control de las malezas son parte fundamental de la buena producción de los

cultivos y en el girasol es uno de los principales problemas por los cuales el costo de producción es alto y aunado a eso uno de los motivos por los cuales se obtienen rendimientos bajos.

Finalmente, el productor de *H. annuus*, debe considerar que antes de establecer un cultivo es necesario tomar en cuenta las condiciones ambientales y de suelo en las que se encuentra el área donde se quiere establecer el cultivo; estos factores que se consideran importantes son: la temperatura, salinidad, humedad, riego, precipitación, presencia de malezas, antecedentes del terreno, plagas y enfermedades para lograr un buen rendimiento del cultivo. Por lo tanto, la finalidad de este escrito fue describir y conocer la influencia que tienen algunos factores abióticos cuando se quiere cultivar el girasol.

## Agradecimientos

**Ramírez-Jiménez** agradece al CONAHCyT por la beca de manutención otorgada para el estudio de la Maestría. Este trabajo fue parcialmente financiado por el Programa de Apoyo a la Ciencia, Tecnología e Innovación ProACTI-UANL (132-BYQ-2024).

## Referencias

1. Tarekgn-Makiso, L., Chandra-Sekhar S. B., & Bulcha, W. (2021). "Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes for quantitative traits and character association of seed yield and yield components at Oromia region, *Ethiopia*", *Euphytica*, 217, 27.
2. Escalante-Estrada, J. A. S., Aguilar-Carpio, C., & Escalante-Estrada, Y. I. (2022). "Rendimiento, acumulación y distribución de biomasa en girasol en función de la salinidad y nitrógeno", *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(1), 1-8.
3. Da Silva-Dos Santos, J. M., Pereira-Peixoto, C., Da Silva, M. R., Trindade-Almeida, A., & Pereira-Bispo De Castro, A. M. (2019). "Agronomic and productive characteristics of sunflower intercropped with forage in a crop-livestock integration system", *Revista Caatinga, Mossoró*, 32(2), 514 – 525.
4. Dos-Santos, J. D., Marengo-Centeno, C. R., Vieira de-Acevedo C, A., Raj-Gheyi, H., de-Lima- G, S., & de-Lira, V. M. (2017). "Crecimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.) en función de la salinidad del agua de riego con fertilización nitrogenada", *Agrociencia*, 51(6), 649-660.
5. Debaeke, P., Casadebaing, P., & Langlade N, B. (2021). "New challenges for sunflower ideotyping in changing environments and more ecological cropping systems", *OCL*:

*oilseeds & fats crops and lipids*, 28(29), 2-23.  
<https://doi.org/10.1051/ocl/2021016>

6. Escalante, E. Y. I., Escalante, E. J. A., & Escalante, E. L. E. (2015). "Producción del girasol (*Helianthus annuus* L.) a diferentes densidades de población cultivado en Chilpancingo, Guerrero, México", *Revista de Sistemas Experimentales*, 2(15), 174-177.
7. Arenas-Julio, Y. R., Escalante-Estrada, J. A. S., Aguilar-Carpio, C., Rodríguez-González, M. T., & Sosa-Montes, E. (2021). "Rentabilidad y rendimiento de girasol en función del tipo de suelo, nitrógeno y biofertilizante", *Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud*, 7(1), 45-51.
8. Mantilla-León, M. W & Jara-Aguilar, D. R. (2019). "Índice de oxidabilidad del aceite de *Helianthus annuus* L. Girasol expuesto a calentamiento discontinuo en frituras de carne fresca y desecada", *Agroindustrial Science*, 9(1), 39-46.
9. Padilla-García, J. M., Avendaño-López, A. N., Sánchez-Martínez, J., & Arellano-Rodríguez, L. J. (2018). "Adaptación y rendimiento del girasol (*Helianthus annuus* L.), bajo condiciones de temporal en Zapopan, Jal", *Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias*, 5(14), 14-18.
10. Arenas-Julio, Y. R., Escalante-Estrada, J. A. S., Ortiz-Solorio, C. A., Volke-Haller, V. H., Rodríguez-González, M. T., & Aguilar-Carpio, C. (2021). "Producción de girasol en función del tipo de suelo, nitrógeno y densidad de población", *Acta Agrícola y Pecuaria*, 7, 1-11.  
<https://doi.org/10.30973/aap/2021.7.0071008>  
 (14 de mayo de 2021).
11. INIA. (2009). (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas). "Manual para el cultivo de girasol", *Primera edición (Serie B N°20)*, 48 p.

12. Raya-Montaño, Y. A., Apáez-Barrios, M., Lara-Chávez, Ma. B. N., & Apáez-Barrios, P. (2022). “Producción de girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación foliar de tierra diatomea”, *Acta Agrícola y Pecuaria*, 8, 1-9.
13. Rodríguez-González, Ma. T., Escalante-Estrada, J. A., Escalante-Estrada, Y. I., & Cid-Aguilar C. (2021). “Aplicación de residuos de girasol para el manejo de maleza en betabel”, *Memorias del XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*, 89-95.
14. Aragadvay-Yungána, R. G., Rayas-Amor, A. A., Heredia-Navac, D., Estrada-Flores, J. G., Martínez-Castañeda, F. E., & Arriaga-Jordána, C. M. (2015). “Evaluación in vitro del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz”, *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 6(3), 315-327.
15. Esquivel Martínez, G. T & Andueza-Noh, R. A. (2020). “Una mirada al sol: *Helianthus annuus* y su belleza ornamental”, *Desde el Herbario CICY*, 12, 128–132.
16. López-Rocha, E., Mireles-Arriga, A. I., Hernández-Ruiz, J., Ruiz-Nieto, J. E., & Rucoba-García, A. (2018). “Potential areas for sunflower cultivation under rainfed conditions in Guanajuato, México”, *Agronomía Mesoamericana*, 29(2), 305-314.
17. Méndez-Navarro, J. A., Carrillo-González, A. A., & Díaz-López, E. (2021). “Respuesta del girasol (*Helianthus annuus* L.) (Asteraceae) a la eficiencia en el uso del agua sembrado en clima árido bajo tres densidades de población”, *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 9(50), 1-11.
18. SIAP. (2018). “Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SIAP. Boletín mensual: Anuario estadístico de la producción agrícola Anuario Estadístico de la Producción Agrícola”. Disponible en [https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/?msc\\_lkId=a1ae1dbc03111eca1bd1eddecdf8101](https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/?msc_lkId=a1ae1dbc03111eca1bd1eddecdf8101)
19. Torres-Ávila, A., Aguilar-Ávila, J., Santoyo-Cortés, V. H., & Martínez-Gonzales, E. G. (2021). “Trayectoria del sistema de innovación del cultivo de girasol en México, 1965-2018”, *Historia agraria*, 83: 191-224.
20. Lamz P. A & González, C. M. C. (2013). “La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata”, *Cultivos Tropicales*, 34(4), 31-42.
21. Dantas-Travassos, K., Raj-Gheyi, H., Morais-Méndez B. H., Loureiro-Soares, F. A., Uyedal, C. A., Da Silva-Diaz, N., Gurgel-Tavares, M & Chipana-Rivera, R. (2019). “Water consumption of the sunflower crop irrigated with saline water”, *DYNA*, 86(208), 221-226.
22. Wang, W., Rong, Y., Wang, X., Wang, Ch., Zhang, Ch., Huo, Z., & Huang, G. (2022). “Estimating sunflower canopy conductance under the influence of soil salinity”, *Agricultural and Forest Meteorology*, 314: 1-14.
23. Morales-Ruiz, A., Báez-Rodríguez, I., Juárez-Cortez, J. A., Francisco-Francisco, N., Bravo-Delgado, H. R., López-Sánchez, I., Díaz-López, E., Flores-Lezama, A & León-de la Rocha, J. F. (2022). “Effect of phosphorus on agronomic and biological yield and efficiency in the use of sunflower water (Asteraceae), in Tehuacán, Puebla”, *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 27-834. DOI: 10.34188/bjaerv5n1-061
24. Ali, N., Teymur, K & Mona, S. (2012). “Effects of bio and chemical nitrogen fertilizer on grain and oil yield of sunflower

(*Helianthus annuus* L.) under different rates of plant density”, *Annals of Biological Research*, 3, 1125-1131.

25. Mena-Lorenzo, J. L., Díaz, P. A. L., & Valdés, H. A. (2018). “Efectos de dos biofertilizantes en el desarrollo del girasol”, *Revista de Ciencias Agrarias*, 41, 933-944.

26. Palacio-Román, S. A., & Agudelo-Escobar, B. (2020). “Desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) con aplicación de codornaza bajo distintas láminas de riego”, *Ciencia y Agricultura*, 17(1), 3-17. <https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n1.2020.10506>

27. de la Haba, P., Amil-Ruiz, F., & Aguera E. (2020). “Physiological and Proteomic Characterization of the Elevated Temperature Effect on Sunflower (*Helianthus annuus* L.) Primary Leaves”, *Russian Journal of Plant Physiology*, 67(6), 1094-1104.

28. Sabando-Cantos, I. A. (2018). “Determinación de la eficiencia en el control de malezas con herbicidas pre emergentes y post emergentes en el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L.) en la zona de Quevedo”. Tesis de Licenciatura. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Los Ríos - Ecuador. PP: 1-73.

29. Acevedo-Rico, M. E. (2017). “Diagnóstico del sistema de producción en cultivo de girasol ornamental (*Helianthus annuus* L.) en San Bartolo, Amanalco de Becerra”. Universidad Autónoma del Estado de México, Tesis de Licenciatura. Toluca, México. PP: 1-61.

30. Salazar-Saltos, A. E. (2022). “Riego deficitario sostenido en el desarrollo del girasol (*Helianthus annuus* L.) y eficiencia de uso del agua en la Molina”. Tesis de Maestría.

Universidad Nacional Agraria La Molina. Escuela de Posgrado. Lima - Perú. PP. 1-86.

31. Deryng, D, Conway D, Ramankutty, N, Price, J, & Warren R. (2014). “Global crop yield response to extreme heat stress under multiple climate change futures”, *Environmental Research Letters*, 9, 1-13.

32. Hernández, F. (2018). “Variación natural de la tolerancia a temperaturas extremas en girasol (*Helianthus annuus* L.) silvestre y cultivado”. Universidad Nacional del Sur. Tesis de Doctorado en Agronomía. Bahía Blanca, Argentina. PP: 1-162.

33. Hernández-Martínez, R., Rosales-Robles, E., Espinosa-Ramírez, M., & Cisneros-López, M. E. (2021). “Efectividad de herbicidas alternativos a glifosato en el control de maleza en el norte de Tamaulipas”, *Memorias del XLII Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza*, 259-265.

34. Escalante-Estrada, J. A & Rodríguez-González, M. T. (2008). “Producción de girasol (*Helianthus annuus* L.) en valles altos de México”, *Crop Production – Physiology Proc*, 411-415.

35. Escalante-Estrada, J. A. S., Rodríguez-González, M. T., & Escalante-Estrada, Y. I. (2015). “Fenología, biomasa y rendimiento de cultivares de girasol en Valles Altos”, *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 307-311. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263141553037>

36. Escalante-Estrada, L. E., Escalante-Estrada, Y. I., & Linzaga-Elizalde, C. (2007). “La fertilización nitrogenada en el rendimiento del girasol en México”, *Agronomía Costarricense*, 31(2), 95-100.

37. Morales-Morales, J., Morales-Rosales, E. J., Díaz-López, E., A. Cruz-Luna, J. Medina-

- Arias, N., & Guerrero-De la Cruz, M. (2015). “Tasa de asimilación neta y rendimiento de girasol en función de urea y urea de liberación lenta”, *Agrociencia*, 49(2), 163-176.
38. Ávila-Miramontes, J. A., Ávila-Salazar, J. M., Rivas-Santoyo, F. J., & Martínez-Heredia, D. (2014). El cultivo de girasol: sistemas de producción en el Noreste de México. Universidad de Sonora, Departamento de agricultura y ganadería. *Artículo de revisión*, 1-61.
39. Martínez-Villavicencio, N., López-Alonzo, C. V., Basurto-Sotelo, M., & Pérez-Leal, R. (2011). Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo, *TECNOCENCIA Chihuahua*, 5(3), 156-161.
40. INIFAP. (Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2017). Evaluación de híbridos de girasol (*Helianthus annuus* L.) en régimen de temporal en el Valle del Mezquital Hidalgo. Primera edición. Madero Hidalgo, México. Pp: 2-61.
41. Hernández, M. M & Medina, C. T. (2021). Control de malezas en girasol en preemergencia en Guanajuato. Campo experimental Bajío, CIRNE-INIFAP-SAGRAPA. San Miguel de Allende, Guanajuato. 5 p.
42. Ramírez-Jiménez, G. (2023). Determinación del período crítico de competencia con malezas de dos genotipos de girasol (*H. annuus* L.). Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía. Nuevo León, México. PP: 1-95.
43. Cristóbal-Corona, I. (2005). Plagas que dañan el girasol. Monografía. Universidad Autónoma Agraria, Antonio Narro. División de Agronomía, Coahuila México. 1-82pp.
44. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS-INIFAP-CIFAP-SLP. (1990). Guía para cultivar el girasol en la zoma media de San Luis Potosí. *Folleto técnico núm. 1*, 1-9.
45. Hernández-Ríos, I., Osuna-Ceja, E. S., Pimentel-López, J., & García-Saucedo, P. (2022). Control de malezas en maíz, frijol, girasol y sorgo: Efecto de métodos de control bajo dos sistemas de siembra. *ad. Agro-Divulgación*, 2(6). 81-87. <https://doi.org/10.54767/ad.v2i6.137>
46. Carpaneto, B. B, Panaggio, N. H, Giuliano, S. H., & Antonelli, C. A. (2021). “Habilidad 10 competitiva del cultivo de girasol frente a las malezas”, *Visión Rural*, 27(137), 19-23.