

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Producción de flor de girasol (*Helianthus annuus* L.), bajo diferentes niveles de estrés hídrico

Por:

Oswaldo Ramírez López

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de flor de girasol (*Helianthus annuus* L.), bajo diferentes niveles de estrés hídrico

Por:

Oswaldo Ramírez López

TESIS


Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobado por:



Ph. D. Vicente de Paul Álvarez Reyna
Presidente



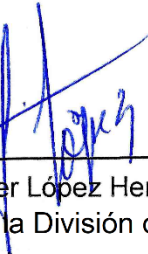
M.C. Edgardo Cervantes Álvarez
Vocal



M.C. Armando Nahle Martínez
Vocal



Dr. Ricardo Israel Ramírez Gottfried
Vocal suplente



M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Producción de flor de girasol (*Helianthus annuus* L.), bajo diferentes niveles de estrés hídrico

Por:


Oswaldo Ramírez López

TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

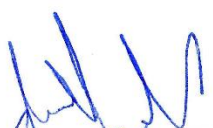
Aprobada por el comité de asesoría:



Ph. D. Vicente de Paul Álvarez Reyna
Asesor principal




M.C. Edgardo Cervantes Álvarez
Coasesor



M.C. Armando Nahle Martínez
Coasesor



Dr. Ricardo Israel Ramírez Gottfried
Coasesor



M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Junio 2024

DEDICATORIA

Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres, el **Sr. Ricardo Ramírez Jiménez y la Sra. Virginia López Soriano**, por haberme brindado el más valioso legado que un hijo puede recibir: amor y valores arraigados. Su inquebrantable apoyo y guía han sido pilares fundamentales en mi trayectoria académica y profesional. A lo largo de esta carrera, su constante respaldo y aliento han sido mi mayor motivación para superar desafíos y obstáculos. Reconozco su sacrificio y dedicación en cada paso de mi formación, y les dedico este logro con profunda gratitud.

A mi madre, **Virginia**, le agradezco su inagotable impulso y sabiduría, siempre alentándome a seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. Sus palabras de aliento y amor han sido un faro en mi camino, y aunque mi sueño de sorprenderla con mi graduación en persona se ha visto alterado por el destino, sé que su espíritu y alma me guiarán siempre. Aunque la distancia y el tiempo nos separen físicamente, su amor y apoyo permanecen inquebrantables en mi corazón.

A mi padre, **Ricardo**, le expreso mi profundo agradecimiento por su inmensa paciencia y tolerancia, fundamentales en los momentos más críticos y desafiantes de mi trayectoria académica. Su ejemplo de integridad y dedicación me ha enseñado que la excelencia guiada por nuestro creador es el camino hacia el éxito. Reconozco y valoro el impulso que me ha brindado para adentrarme en el mundo de las letras, los libros y la reflexión, así como su constante apoyo en mi crecimiento personal. Este logro es un reflejo de su dedicación y sacrificio como padres, y les estoy eternamente agradecido por ser mi roca y mi inspiración. Que estas palabras sirvan como testimonio de mi inmenso aprecio y amor hacia ustedes.

A mis queridas hermanas, **Perla Ramírez López y Jazmín Ramírez López**, les agradezco profundamente por ser mis más fieles compañeras en esta travesía. Han sido mis consejeras incondicionales, corrigiendo mis errores y brindándome una nueva perspectiva sobre la vida misma. A pesar de los momentos difíciles, siempre me han brindado su fuerza en diferentes formas, y esos son los momentos que atesoro y que me han permitido sacar adelante todos mis proyectos. A pesar del cansancio del cuerpo, mi mente y alma seguían corriendo sin ningún descanso ni límite. Gracias, por tanto, hermanas.

A mi abuelo, **Julio López Treviño**, que desde el cielo me sigue guiando y dando lecciones de vida, le debo un profundo agradecimiento por inculcarme y enseñarme el arte del campo. Sus enseñanzas sobre el trabajo han hecho valer mi esfuerzo. Sus relatos, aventuras y experiencias han motivado mi imaginación a tener un punto crítico y así desafiar mis propios miedos. Aunque la vida nos separó, sé que, en espíritu, su amor continúa guiándome junto a su hija; “mi madre”, quien ha sido, es y será por siempre el **amor de mi vida**.

AGRADECIMIENTO

A mi **ALMA TERRA MATER** por acobijarme y brindarme las herramientas necesarias para mi desarrollo profesional. Su sólida formación, tanto personal como profesional, ha sido invaluable para mi crecimiento. Agradezco profundamente por permitirme revalorizar mis acciones, enfoques, y metas, y por las numerosas lecciones que he aprendido durante mi tiempo aquí. Gracias por tantas lecciones y enseñanzas. En esta institución encontré más que un lugar de estudio, encontré un segundo hogar.

Con todo respeto al **Ph. D. Vicente de Paul Álvarez Reyna**, agradezco su orientación, apoyo y enseñanzas. Gracias por extender su mano y enseñarme el valor del trabajo y del conocimiento. Agradecerle a “Dios” por haberme permitido coincidir con una persona de grandes valores y principios. Gracias por el apoyo brindado en los momentos mas críticos de mi vida, eso me ha permitido avanzar y no desistir de mis objetivos. Sin lugar a duda las enseñanzas adquiridas las recordare con cariño y las tendré presentes en mi día a día. Por eso y más, “gracias”.

Al director de la “Rondalla de Torreón”; **M.V.Z. Manuel Esquivel Limones**, a quien aprecio y admiro como un amigo por sus grandes enseñanzas en la música. Su ética y principios han sido para mí un ejemplo a seguir. Le doy las gracias por siempre ayudarme en mis momentos de flaqueza. A si mismo Agradezco a la rondalla y a mis amigos “rondalleros”, por ser cómplices de mis días tristes y felices, por ser una fuente de desahogo y ayudarme a entender los conflictos de la mente y corazón por medio de la música.

Para el **Ing. Rodolfo Martínez Vargas**, a quien considero como al hermano que nunca tuve, gracias por siempre impulsarme a seguir adelante. A mis amigos Cristian Gilberto Cortez Chupín, Luis Enrique Vázquez Roblero, Edith Almaraz, quienes han sido para mí un gran ejemplo de lealtad y constante resiliencia. A todos mis amigos de la carrera en general muchas gracias.

A mi comité de asesores: M. C. Edgardo Cervantes Álvarez, Dr. Ricardo Israel Ramírez Gottfried y M. C. Armando Nahle Martínez. Así como a mis profesores que me prepararon durante mi carrera.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	vii
CAPITULO I.....	1
1.- INTRODUCCIÓN.....	1
1.2, OBJETIVOS.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.1, objetivo específico	3
1.3, HIPÓTESIS	3
CAPITULO II.....	4
2.-REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1, El Girasol	4
2.1.1, Origen y distribución	4
2.1.2, Domesticación del cultivo.....	5
2.1.3, Importancia del girasol de ornato	7
2.1.4 Producción de girasol de ornato en México.....	8
2.1.5 Taxonomía del Girasol (<i>Helianthus annuus</i>).....	9
2.1.6 Morfología del girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	10
2.1.7 Climas favorables del girasol (<i>Helianthus annuus</i>).....	12
2.1.8 Necesidades edafológicas.....	13
2.1.9 Plagas del girasol	13
2.1.9 – 1 Orugas cortadoras (<i>Lepidoptera: Noctuidae</i>).....	14
2.1.9 – 2 Gorgojos del girasol (<i>Listroderes sp.</i>).....	15
2.1.9 – 3 Minador de la hoja (<i>Lyriomyza spencerella</i>)	16
2.1.9 – 4 Vaquita (<i>Diabrotica speciosa</i>).....	16
2.1.9 – 5 Trips (<i>franquiniella Occidentales</i>).....	16
2.1.9 – 6 Chinche verde (<i>Nezara viridula</i>).....	17
2.1.9 – 7 Grillo subterráneo (<i>Anurogryllus muticus</i>).....	17
2.1.10 Enfermedades	18
2.1.10 – 1 <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (moho blanco)	18
2.2 Sistema de riego localizado (goteo).....	19

2.3 Estrés hídrico	20
2.4 Evapotranspiración	21
2.5 Escasez de agua en Torreón Coahuila	21
CAPITULO III.....	23
3.- MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1 Localización del área de estudio	23
3.2 Diseño experimental	24
3.3 Material vegetal	24
3.4 Preparación del terreno.....	24
3.5 Control de maleza y deshoje	25
3.6 Riego	26
3.7 Fertilización.....	28
3.8 Control de plagas y enfermedades	28
3.9 Toma de datos y cosecha	29
3.10 Variables evaluadas	30
3.11 Análisis estadístico	31
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
4.1 Altura de la planta.....	32
4.2 Diámetro del capítulo.....	32
4.3 Diámetro del tallo inferior.....	33
4.4 Vida de anaquel.....	33
5.- CONCLUSIONES.....	35
BIBLIOGRAFÍA	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Helianthus annuus</i> en San Luis potosí. Ilustra un patrón difuso de ramificación característico de plantas silvestres con flores pequeñas múltiples, localizadas en ramas laterales secundarias o terciarias. (B. Heiser , 2006)	5
Figura 2. Comparación de aquenios de una planta domesticada de <i>Helianthus annuus</i> (B. Heiser , 2006)	7
Figura 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Características morfológicas de la flor de girasol (<i>Helianthus annuus</i>) (Fotografías y modificaciones de fig. 3-8 por Oswaldo Ramírez López)	11
Figura 9. Larva y Adulto de <i>Agrostis ipsilon</i> y <i>Agrostis malefida</i>	15
Figura 10. Imagen representativa de los daños que ocasiona la plaga (Larva) en una hoja de girasol (<i>Helianthus Annus</i>)	15
Figura 11. Ejemplares adultos del género <i>Listroderes sp.</i> (Tulli, del Río, Martiarena, Mateos, & Divit, 2020)	16
Figura 12. Síntomas causados por <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (moho blanco)	19
Figura 13. Imagen tomada vía satelital, mostrando la ubicación geográfica del campo experimental UAAAN UL. Donde se llevó a cabo el experimento.....	23
Figura 14. Proceso y resultado final de la preparación del terreno	25
Figura 15. Deshoje del girasol “Vincent choice “	26
Figura 16. Medición del diámetro del capítulo del girasol (<i>Helianthus annus</i>) el día 17/12/2023 ..	30
Figura 17. Primera línea de floración del girasol (<i>Helianthus annus</i>)	30

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fertilizantes foliares utilizados, 2023.....	28
Tabla 2. Altura de planta y diámetro de capullo de girasol bajo estrés hídrico. UAAAN – UL 2023.	33
Tabla 3. Diámetro del tallo y vida de anaquel de girasol bajo estrés hídrico. UAAAN – UL 2023. ...	34

RESUMEN

El girasol se ha convertido en una flor muy solicitada para arreglos florales, tanto como flor cortada como planta en maceta. Para cumplir con esta demanda, es esencial disponer de genotipos compactos y flores estéticamente agradables, características que presenta el híbrido "Vincent Choice". Este estudio se realizó en el campo experimental de la UAAAN-UL, con el objetivo de evaluar el crecimiento, desarrollo, vida de anaquel y eficiencia hídrica del girasol mediante la aplicación de distintas láminas de riego localizado durante el ciclo agrícola otoño-invierno 2023.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados correspondieron al 100%, 80%, 60% y 50% de la evapotranspiración de referencia (ET_r) para el cultivo de girasol "Vincent Choice". Las variables evaluadas fueron altura de la planta (cm), diámetro del capítulo (mm), diámetro del tallo (mm) y vida de anaquel (días). Los resultados mostraron que el tratamiento con el 80% de la ET_r destacó por su producción competitiva y su baja variabilidad, a pesar del estrés hídrico al que fue sometido.

Palabra clave: Girasol, Riego, Floricultura, Ornato, Evapotranspiración

CAPITULO I

1.- INTRODUCCIÓN

El girasol domesticado ha sido seleccionado principalmente por sus características morfológicas particulares. Las plantas de jardín siguen utilizándose tanto como fuente de semillas comestibles y para la producción de aceite; usualmente, estas plantas son monocefálicas (con un único tallo y una cabeza principal). Además, existen variedades ornamentales que son policefálicas (con múltiples cabezas), presentando una flor apical dominante y varias pequeñas flores laterales en racimos cerca del ápice (Bye, Linares, & L. Lentz, 2009).

La adopción del girasol ha surgido como una respuesta a la creciente demanda de aceites y grasas vegetales, posicionándose como una opción viable tanto para los agricultores como para la industria alimentaria. No obstante, su desarrollo comercial ha sido secundario debido a la preferencia por otras oleaginosas que generan subproductos adicionales, haciendo estas más atractivas para la industria. Pese a esto, el avance en el mejoramiento genético del girasol ha dado lugar a nuevos genotipos aptos para la floricultura, ofreciendo nuevas oportunidades para la expansión de su cultivo (Torres Ávila, Aguilar Avila, Santollo Cortéz, & Martínez González, 2021).

La escasez de agua es un desafío significativo tanto en México como a nivel global, lo cual impulsa la búsqueda de cultivos alternativos que consuman menos agua sin afectar a los agricultores. Parte del cultivo de girasol en España se lleva a cabo con riego limitado, y debido a que no siempre hay suficiente agua para todos los cultivos en una región, es vital determinar cuándo y cuánta agua necesita el girasol (Muriel, 2010). Investigaciones similares han sido realizadas en varios países europeos y en Estados Unidos, donde el girasol es una fuente esencial de aceite vegetal para consumo humano.

Se ha comprobado que el riego por goteo puede reducir el uso de agua hasta en un 50% en cultivos como maíz, sorgo, trigo y cebada en comparación con el riego

superficial usando compuertas múltiples. Además, los rendimientos de trigo y cebada pueden disminuir en un 12% y aumentar en un 30% respectivamente, en comparación con el maíz (Osornio Morán, 2018).

Lo antes mencionado resalta la relevancia de esta investigación cuyo propósito es evaluar la calidad de la flor de girasol (*Heliathus annuus*) bajo diferentes niveles de estrés hídrico. Se prevé que la escasez de agua empeorará en los años venideros, además del aumento de la temperatura que representa una amenaza para la soberanía alimentaria a nivel nacional e internacional.

1.2, OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de la flor de girasol (*Helianthus annuus*), bajo diferentes niveles de estrés hídrico.

1.2.1 objetivo específico

Determinar la lámina de riego adecuada para el híbrido de girasol Vincent choice.

1.3 HIPÓTESIS

El estrés hídrico afecta el crecimiento y calidad de la flor de girasol (*Helianthus annuus*).

CAPITULO II

2.-REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El Girasol

2.1.1 Origen y distribución

Este cultivo juega un rol importante en la economía agrícola. Las evidencias demuestran que posiblemente el girasol cultivado se originó a partir de una variedad silvestre de *H. annuus*, ubicada en la región del Medio Oeste.

Los análisis moleculares respaldan esta teoría, mostrando una notable similitud enzimática y secuencias de cpADN entre la planta silvestre y cultivada, además, se observa que las variedades nativas americanas del girasol cultivado poseen una mayor variabilidad genética, lo que sugiere la posibilidad de que estas hayan sido el punto de origen de otras poblaciones cultivadas. Sin embargo, estos descubrimientos no confirman del todo el centro de origen del girasol cultivado (H. Rieseberg & Seiler , 2013).

El género *Helianthus* abarca alrededor de 67 especies de girasoles, con la mayoría encontrándose en Estados Unidos. Se sugiere que la domesticación del girasol surgió en el área central, con la posibilidad de que haya sido cultivado inicialmente en el suroeste y luego se haya propagado hacia el este. El girasol común, a menudo visto como una maleza en campos cultivados y también presente en márgenes de carreteras en el centro de EE. UU., tiende a ser una planta alta y ramificada. Se han encontrado evidencias arqueológicas del girasol en varios sitios de América del Norte. El género más cercanamente relacionado con *Helianthus* es *Viguiera*, un género extenso cuyas especies se distribuyen desde el suroeste de los Estados Unidos hasta América del Sur (B. Heiser , 2006).



Figura 1. *Helianthus annuus* en San Luis potosí. Ilustra un patrón difuso de ramificación característico de plantas silvestres con flores pequeñas múltiples, localizadas en ramas laterales secundarias o terciarias. (B. Heiser , 2006)

2.1.2 Domesticación del cultivo

Se pensaba que el origen del girasol domesticado se encontraba en el sureste de EUA. Sin embargo, análisis recientes de documentos históricos mexicanos y el descubrimiento de "semillas" arqueológicas en Tabasco y Morelos, México, han revelado que los girasoles cultivados tuvieron una relevancia significativa durante las épocas prehispánica y del virreinato en el centro de México. Es importante señalar que los aquenios más antiguos y de mayor tamaño encontrados pertenecen a México. A pesar de que las plantas silvestres actuales están genéticamente distantes de los cultivares comerciales contemporáneos, la evidencia sugiere que México podría ser el centro de origen más antiguo del girasol.

Tradicionalmente, se ha pensado que la domesticación del girasol, también conocido como mirasol, se originó en lo que hoy es Estados Unidos. Algunos investigadores han argumentado que esta domesticación fue el resultado de la hibridación entre diferentes poblaciones de *Helianthus annuus* L. (*Asteraceae*) en las Grandes Planicies de Estados Unidos en épocas prehistóricas, lo que dio lugar a un "cultivo nativo de Norteamérica". Las pruebas arqueológicas, en forma de aquenios de girasol (conocidos popularmente como semillas o pepitas),

documentan su presencia en el sur-centro y este de Estados Unidos desde 1200 a.C. La asociación de estos aquenios con semillas de otras plantas domesticadas como *Chenopodium berlandieri* Moq. (quinoa), *Cucurbita pepo* L. (calabaza), y plantas locales como *Amaranthus* sp. (quintonil), *Ambrosia trifida* L. ('ragweed') e *Iva* sp. ('marshelder'), ha sido utilizada para argumentar que las zonas boscosas del este de Estados Unidos podrían ser un centro de origen de la agricultura. Posteriormente, las plantas domesticadas de Mesoamérica, como *Zea mays* L. (maíz) y *Phaseolus vulgaris* L. (frijol), migraron hacia el norte. No obstante, los girasoles no han sido tradicionalmente considerados como parte del complejo de plantas domesticadas en Mesoamérica debido a las fuertes evidencias de su domesticación en el norte y a su cuestionable importancia en Mesoamérica durante la época prehispánica. Sin embargo, una reevaluación de los documentos mexicanos del periodo del Virreinato y el descubrimiento de aquenios domesticados de girasol en sitios arqueológicos prehispánicos en México han reavivado el debate sobre la posibilidad de que México sea también un centro de domesticación del girasol (Bye, Linares, & L. Lentz, 2009).

Todos los girasoles domesticados en la actualidad tienen su origen en un único lugar de domesticación en las regiones interiores de latitudes medias del este de América del Norte. Se ha realizado un nuevo análisis de los aquenios y granos de girasol encontrados en seis sitios del este de América del Norte que datan de antes del 3000 a.C., los cuales documentan los primeros pasos de esta planta cultivada de gran importancia. En este análisis se abordan dos desafíos principales en la interpretación de muestras arqueológicas de girasol. En primer lugar, los aquenios y granos obtenidos de una población moderna de girasoles silvestres, que se incluyeron en un estudio genético anterior debido a su baja probabilidad de hibridación con cultivos y su estrecha relación genética con los girasoles domesticados, proporcionan una nueva base de comparación más precisa para distinguir entre especímenes de aquenios y granos silvestres y domesticados recuperados de contextos arqueológicos. En segundo lugar, los aquenios y granos de esta población moderna de referencia de girasoles silvestres se carbonizaron, lo que permite una comparación directa con especímenes arqueológicos carbonizados

y una clase de referencia moderna silvestre carbonizada, evitando así la necesidad de utilizar diversas fórmulas problemáticas para corregir la contracción que se han empleado en los últimos cincuenta años. Se resalta la importancia de investigaciones adicionales sobre las colecciones de museos y se señalan nuevas áreas de investigación (D. Smith, 2013).



Figura 2. Comparación de aquenios de una planta domesticada de *Helianthus annuus* (B. Heiser , 2006)

2.1.3, Importancia del girasol de ornato

El girasol es uno de los cultivos más populares a nivel mundial, y comprender completamente su historia ancestral es esencial para los esfuerzos de reproducción y desarrollo de nuevas variedades e híbridos (Ortiz Mejiaz, 2010).

En la actualidad, la producción de girasol ornamental (*Helianthus annuus*) está experimentando un crecimiento significativo en la industria florícola de México (Vital-Vilchis, Quiñones-Aguilar, Hernández-Montiel, & Rincón-Enríquez, 2019).

El girasol es un cultivo de relevancia a nivel mundial, ya que todas las partes de la planta son aprovechables. Su atractiva inflorescencia de tonos amarillo-

anaranjados, que contrasta con el verde oscuro de la base del capítulo floral y las hojas, así como su peculiar habilidad de seguir al sol durante su desarrollo, la convierten en una planta de alto valor ornamental. En la región de Yucatán, esta característica ha sido explotada de manera efectiva, con algunas familias optando por cultivar girasoles como una alternativa de producción (T., Martínez , & H., 2020).

En la actualidad, el cultivo de girasol ornamental ha ganado importancia significativa en la industria de la floricultura mexicana, aunque la tecnología de producción sigue centrándose principalmente en su cultivo como planta oleaginosa. En el proceso de producción de flores, la calidad del suelo es un factor crucial, y las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo pueden influir en el crecimiento de las plantas. La compactación del suelo altera su estructura al aumentar su densidad y reducir su capacidad de retención de agua.

2.1.4 Producción de girasol de ornato en México

El cultivo de girasol es una de las oleaginosas más solicitadas a nivel mundial, ocupando el tercer lugar en demanda. En México, sin embargo, su producción se destina principalmente a la flor ornamental (Vizcarra Hernández, 2021).

La floricultura en México ha visto un notable crecimiento económico en las últimas décadas. La producción se concentra principalmente en los estados de Jalisco, Estado de México, Morelos, Puebla y Michoacán. En 2021, el Estado de México se destacó como la entidad con el mayor volumen de producción a nivel nacional y lidera la producción de seis de las principales especies ornamentales: girasol, rosa, gerbera, crisantemo, gladiola y liliun. La rosa es la flor más popular, seguida por el girasol y la gerbera. Los municipios de Valle de Bravo, Villa Guerrero, Tenancingo y Amanalco son los mayores productores, con la Ciudad de México destacándose como la única entidad nacional que produce tulipán holandés en Xochimilco (Maldonado Cabrera, Pérez Ríos, & Domínguez Narváez, 2023).

En 2021, el girasol se destacó como la especie ornamental con el mayor aumento en la producción nacional, alcanzando las 325,291 gruesas, lo que representó un

incremento del 25.7% en comparación con el cierre de 2020. Los estados donde más se cultivó esta flor fueron el Estado de México, Baja California y Morelos, con 55.2%, 43.6% y 1.2% de la producción total, respectivamente.

En 2021, el Estado de México se consolidó como el principal productor de flores ornamentales del país, con un 75.7% del total nacional. Alcanzó una producción de 20,454,780 gruesas, valoradas en 4,749 millones de pesos, lo que representa el 74.3% del valor nacional (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2022).

2.1.5 Taxonomía del Girasol (*Helianthus annuus*)

El género *Helianthus*, que pertenece a la tribu Heliantheae de la familia Asteraceae, incluye 49 especies, de las cuales 13 son anuales y 36 perennes. Su origen se sitúa en América del Norte, donde se han adaptado a diversos hábitats y muestran una gran variabilidad en sus características morfológicas y fisiológicas (Poverene , y otros, 2002).

El girasol se clasifica botánicamente así:

Reino:	Vegetal
Subreino:	Embriofitas
División:	<u>Traqueofitas</u>
Subdivisión:	<u>Pterosidas</u>
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotiledóneas
Orden:	<u>Campanulales</u>
Familia:	<u>Compositae</u>
Subfamilia:	<u>Tubiflorae</u>
Género:	<u>Helianthus</u>
Especie:	<u>annuus</u>
Composición genética:	2n=34

2.1.6 Morfología del girasol (*Helianthus annuus*)

La belleza ornamental de la flor de girasol, es debido a sus características morfológicas decorativas que la hacen ver muy elegante, presenta un capítulo floral que superficialmente aparenta ser una flor, pero si observamos detenidamente y a detalle podremos darnos cuenta que está compuesta por decenas o centenares de flores insertadas en una base carnosa llamado receptáculo, además su capítulo floral está rodeado por pequeños pétalos conocidos como lígulas que pueden ser de diferentes tonalidades, que van de amarillo-dorado, amarillo-claro e incluso amarillo-anaranjado. Dentro del receptáculo se observan dos tipos de flores, liguladas y tubulares. Las flores liguladas se encuentran en el anillo exterior del capítulo floral y son estériles, mientras que las flores tubulares se encuentran en la parte central del capítulo floral en forma de disco, son hermafroditas y es donde se desarrollan los frutos (Aguilar ., 2001).

Su belleza no solo es atribuida a las características de su capítulo floral, sino también a la danza que realizan día con día con su fiel pareja el sol, ya que los girasoles despiertan con los primeros rayos del sol y comienzan su movimiento, siguiendo al sol en su ruta de este a oeste. Al anochecer se mueven en sentido contrario, para esperar de nuevo los primeros rayos del día, esta danza que realizan las plantas de girasol acompañando al sol, termina cuando la flor ha alcanzado su madurez y a partir de ese momento permanecen con la mirada hacia el oriente hasta morir.

El girasol (*Helianthus annuus* L.) se caracteriza por su tallo único y una inflorescencia notablemente grande. Los estudios anatómicos han mostrado que las raíces adventicias tienen una estructura interna muy similar a la de las raíces primarias. A diferencia del tallo, la raíz es morfológicamente más simple, ya que carece de nudos y hojas. El girasol presenta varios niveles de ramificación, desde un tallo único con una gran inflorescencia en las variedades cultivadas hasta múltiples ramificaciones desde las axilas de la mayoría de las hojas en las especies silvestres. La inflorescencia es de particular interés para agrónomos y fitomejoradores, ya que su diámetro afecta el tamaño de las semillas y el porcentaje

de flores fértiles del disco, lo que en última instancia determina el rendimiento de las semillas. En plena floración, el girasol es uno de los cultivos más vistosos gracias a su gran inflorescencia con llamativas flores liguladas de color amarillo-anaranjado (Seiler, 2010).

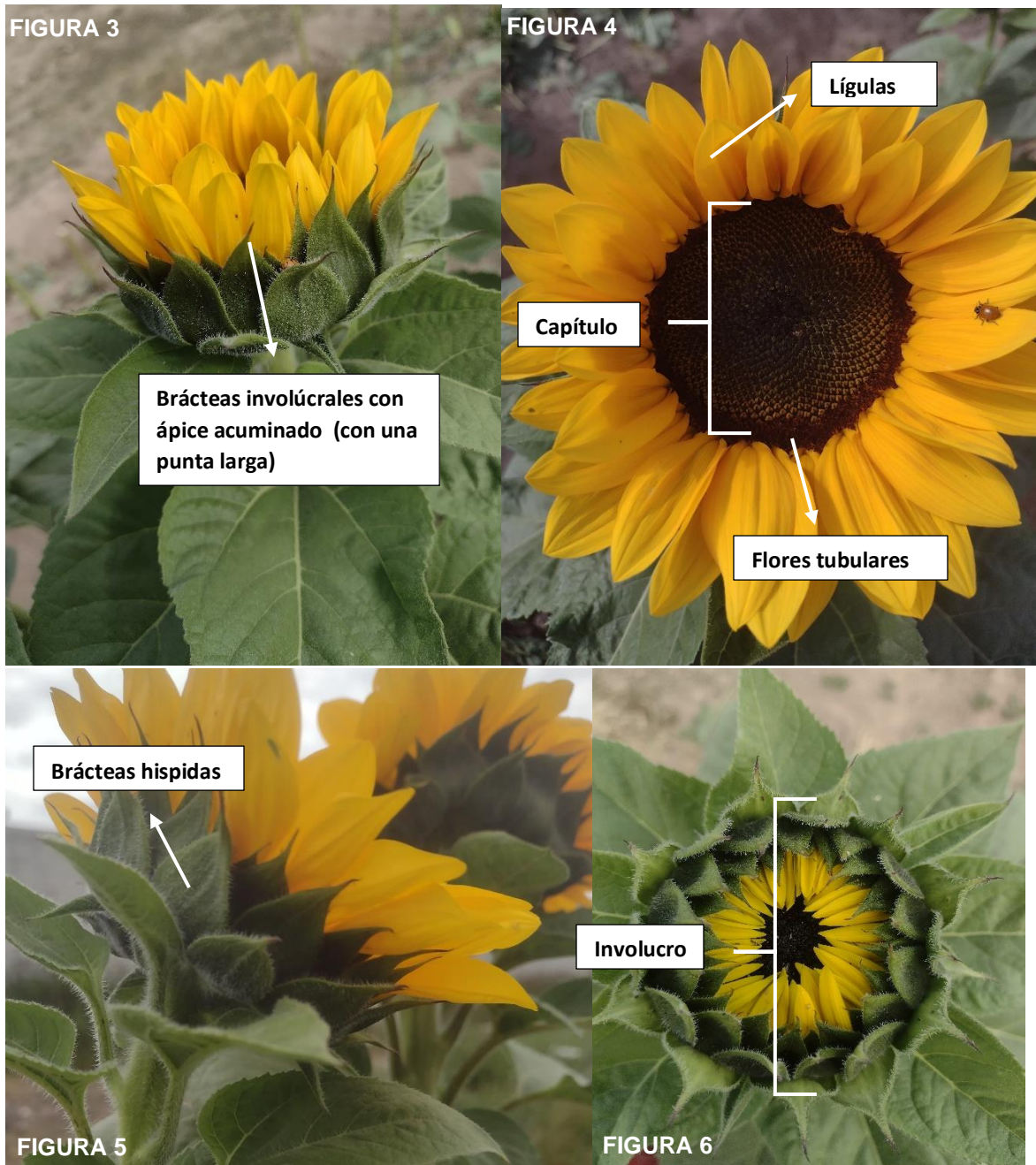


Figura 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Características morfológicas de la flor de girasol (*Helianthus annuus*) (Fotografías y modificaciones de fig. 3-8 por Oswaldo Ramírez López)

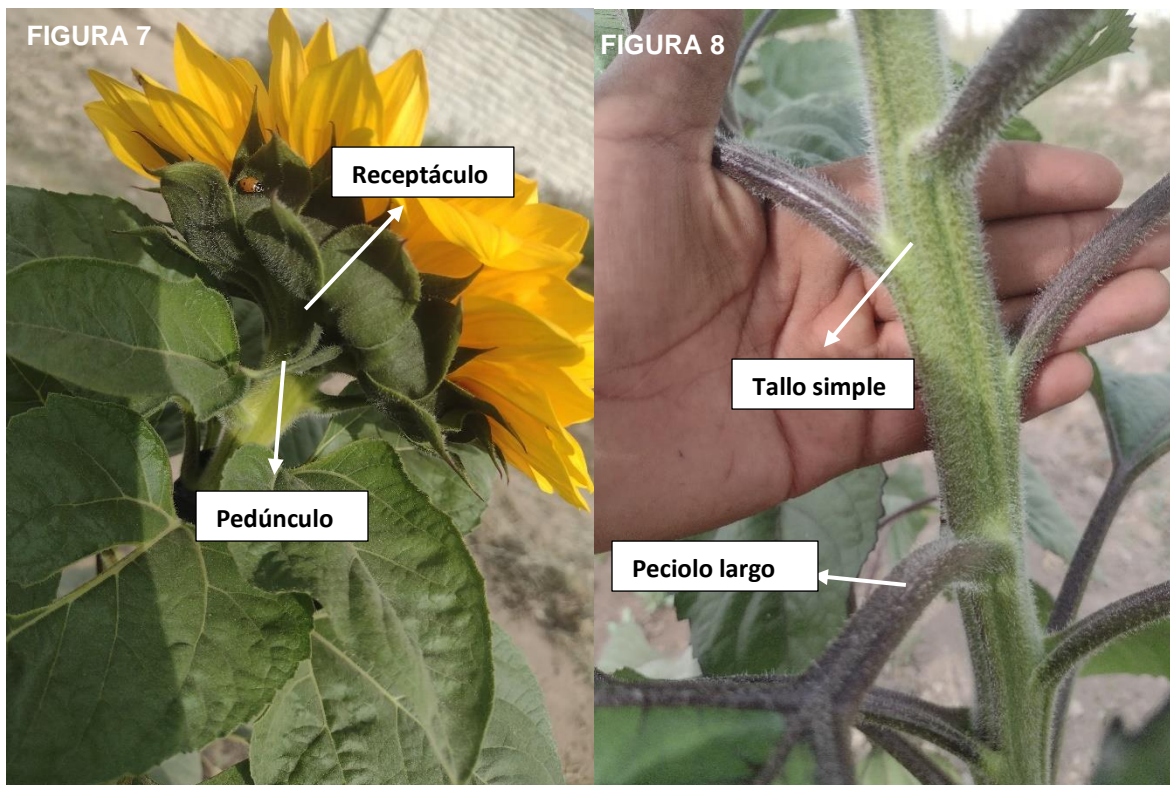


Figura 3, 4, 5, 6, 7 y 8. Características morfológicas de la flor de girasol (*Helianthus annuus*) (Fotografías y modificaciones de fig. 3-8 por Oswaldo Ramírez López)

2.1.7 Climas favorables del girasol (*Helianthus annuus*)

El girasol es conocido por su alta tolerancia al frío y a la falta de humedad en el suelo, y también tiene un ciclo de cultivo más corto que otros cultivos alimenticios importantes como el maíz. Estas características permiten que el girasol se pueda sembrar en áreas con déficit de lluvias, haciéndolo una opción viable como cultivo alternativo. Además, el girasol se adapta mejor a los cambios climáticos impredecibles, las lluvias intermitentes y las sequías prolongadas (Aragadvay, y otros, 2015).

El girasol se encuentra de manera natural en una amplia gama de condiciones climáticas, abarcando desde el sur de Canadá hasta la meseta central de México. Para su cultivo, necesita un clima tropical, subtropical o templado, con precipitaciones anuales entre 400 y 550 mm, una temperatura media anual de 23 °C y una altitud de 0 a 1900 msnm. (Lindstrom, Pellegrini, & Hernández, 2010).

2.1.8 Necesidades edafológicas

Al igual que muchos otros cultivos extensivos, requiere que el suelo tenga un buen drenaje, además, no tolera suelos muy ácidos. La temperatura óptima para el cultivo es de 26 °C. Sin embargo, su desarrollo se da entre temperaturas que oscilan entre 6 a 40 °C (SIAP, 2023).

Las propiedades del suelo, como su textura, mineralogía, estructura y contenido de materia orgánica, influyen significativamente en el rendimiento de los cultivos. Un problema que limita el crecimiento y desarrollo de las plantas es la salinidad del suelo, cuyo origen puede ser natural o causado por actividades humanas. La salinidad del suelo aumenta cada año en las regiones áridas y semiáridas del mundo, debido a la baja precipitación y al mal manejo del agua de riego y los fertilizantes. Tanto la salinidad como la sequía son factores ambientales que limitan el establecimiento y desarrollo de las especies, así como la producción agrícola (Martínez, López, Basurto , & Pérez, 2011).

2.1.9 Plagas del girasol

En el ciclo del cultivo de girasol, hay momentos clave que determinan el rendimiento. Uno de estos momentos es el estado de plántula, ya que un número adecuado de plantas es crucial para lograr una buena producción. Otro momento importante abarca todo el estado reproductivo, desde la aparición del botón floral hasta el llenado del grano, donde una buena capacidad fotosintética es esencial para un llenado adecuado del grano. Es precisamente en estos momentos cuando surgen problemas con insectos y otras plagas, que bajo ciertas condiciones pueden causar pérdidas significativas (Stella Zerbino, 2018).

El cultivo de girasol, desde su emergencia hasta aproximadamente los 30 a 40 días, es frecuentemente afectado por diversos insectos del suelo, incluyendo gusanos cortadores, gusanos blancos y gorgojos. Es importante considerar la posibilidad de

nuevas plagas, cuya incidencia ha sido baja hasta ahora, pero que debemos conocer para estar preparados en caso de un ataque (Sosa & Vitti, 2011).

2.1.9 – 1 Orugas cortadoras (*Lepidoptera: Noctuidae*)

Se conoce como "isocas cortadoras" a un grupo de especies de lepidópteros cuyas larvas tienen la costumbre de cortar las plantas, generalmente por la noche. Varias especies atacan al girasol, incluyendo la oruga cortadora áspera (*Agrotis malefida*), la oruga cortadora parda (*Porosagrotis gypaetina*), el gusano grasiento (*Agrotis ipsilon*) y el gusano variado (*Peridroma saucia*). Estas larvas son nocturnas y permanecen enterradas y enrolladas a unos pocos centímetros del suelo durante el día. Dependiendo de la especie, los ataques pueden comenzar en manchas o frentes. Las orugas cortan las plantas pequeñas casi al ras del suelo o por debajo de su superficie, dejando las plántulas cortadas y sin posibilidad de recuperación, lo que a veces requiere resiembras.

Es recomendable tratar la semilla con insecticidas y aplicar tratamientos químicos en la tarde o noche para mejorar su eficacia. Un alto grado de infestación de malezas antes de la siembra, un historial de presencia de la plaga, y cultivos anteriores como soja o praderas, son factores que predisponen a un ataque de cortadoras. Debido a la rapidez con que se extiende el daño, es crucial realizar observaciones periódicas cada tres o cuatro días hasta el segundo o tercer par de hojas, para detectar la presencia de las larvas y el avance de la plaga (Macarena, Cristian, Cavalieri, & Pérez, 2013).

Larva y Adulto de *Agrostis ipsilon*Larva y Adulto de *Agrostis malefida*

Figura 9. Larva y Adulto de *Agrostis ipsilon* y *Agrostis malefida* (Macarena, Cristian, Cavalieri, & Pérez, 2013)

Figura 10. Imagen representativa de los daños que ocasiona la plaga (Larva) en una hoja de girasol (*Helianthus Annus*)



2.1.9 – 2 Gorgojos del girasol (*Listroderes sp.*)

El cultivo de girasol sufre el impacto de diversas plagas, entre las cuales destacan las especies del género “Listroderes”, comúnmente conocidas como "gorgojos del girasol". Estas plagas afectan el cultivo en las primeras etapas de su desarrollo. Durante el ciclo 2019-2020, estos insectos causaron pérdidas significativas en las plantaciones de girasol. Los adultos dañaron las plantas a nivel del cuello, provocando cortes o estrangulamientos que llevaron al vuelco y posterior muerte de las plantas. La gravedad de estos daños resultó en la necesidad de sembrar total o parcialmente varios lotes de girasol en el sudeste de la provincia de Buenos Aires.

Estos gorgojos miden entre 6 y 9 mm de longitud, presentan una coloración que varía de marrón grisáceo a pardo y suelen tener un patrón en forma de V más claro en el dorso de sus élitros (alas anteriores endurecidas) (Tulli, del Río, Martiarena, Mateos, & Divit, 2020).



Figura 11. Ejemplares adultos del género *Listroderes* sp. (Tulli, del Río, Martiarena, Mateos, & Divit, 2020)

2.1.9 – 3 Minador de la hoja (*Lyriomyza spencerella*)

El minador de la hoja es una pequeña mosca cuyo ciclo de vida incluye la colocación de huevos en las hojas del girasol. Las larvas, de color blanco y forma subcilíndrica, causan el daño al alimentarse del tejido de las hojas, creando túneles que a menudo siguen las nervaduras. Cuando las larvas se convierten en pupas, permanecen protegidas dentro de la hoja que han minado (Vitti , Salto , Sosa, & Luiselli , 2015).

2.1.9 – 4 Vaquita (*Diabrotica speciosa*)

Los mayores daños de la vaquita ocurren desde el estado de plántula hasta la formación de las primeras cuatro hojas. Los adultos se alimentan de varias partes de la planta, incluidas las hojas, cotiledones, brácteas y flores liguladas, haciendo perforaciones que afectan el desarrollo del cultivo en cualquier etapa (Druzianich , 2013).

2.1.9 – 5 Trips (*franquiniella Occidentales*)

Esta especie se encuentra en hojas y brotes jóvenes. El daño es causado al perforar las células superficiales y succionar su contenido, lo que resulta en manchas gris plateadas y puntos negros de excrementos. La pérdida de clorofila reduce la vitalidad de la planta, y en casos graves, las hojas pueden arrugarse y desarrollar áreas cloróticas con una coloración plateada característica (Melgares, 2018).

2.1.9 – 6 Chinche verde (*Nezara viridula*)

La chinche verde se ubica en la parte superior del tallo y el pedúnculo floral. Si el ataque ocurre durante la fase de botón floral, en una semana puede causar deformaciones o desecación del botón y la aparición de botones axilares. Durante la floración, el daño puede reducir el rendimiento al aumentar la cantidad de semillas vanas y disminuir su peso (Mag, 2014).

2.1.9 – 7 Grillo subterráneo (*Anurogryllus muticus*)

El grillo subterráneo causa daños en grandes áreas, especialmente en periodos de sequía y temperaturas nocturnas altas, reduciendo la población de plántulas. La actividad de los grillos disminuye con la lluvia y temperaturas bajas, permitiendo que las plantas crezcan con menos perjuicios. Por la noche, los grillos cortan y transportan las plántulas a sus galerías subterráneas (Agrositio, 2013).

2.1.10 Enfermedades

La productividad del girasol se ve limitada por varios factores, entre los cuales están el manejo del suelo y del cultivo, condiciones ambientales adversas y factores bióticos como malezas, plagas y enfermedades. En las áreas productoras de girasol de Argentina, las enfermedades más prevalentes e importantes incluyen la podredumbre húmeda del tallo, hoja y capítulo (*Sclerotinia sclerotiorum*), la verticilosis (*Verticillium dahliae*), el cancro del tallo (*Phomopsis helianthi*), el mildiu (*Plasmopara halstedii*), la podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina*), el tizón del tallo por *Sclerotium* (*Sclerotium rolfii*), la mancha en escudete del tallo (*Phoma oleracea* var. *helianthi tuberosi*), la mancha del tallo y de la hoja (*Alternaria helianthi*), la roya negra (*Puccinia helianthi*), la roya blanca (*Albugo tragopogonis*), la mancha de la hoja por *Septoria* (*Septoria helianthi*), la podredumbre seca del capítulo (*Rhizopus arrhizus*), la podredumbre bacteriana (*Erwinia carotovora*) y el oidio (*Erisiphe cichoracearum*). También existen enfermedades abióticas, como el corte de cuchillo y la fitotoxicidad causada por herbicidas hormonales (Ivancovich & Lavilla, 2016).

2.1.10 – 1 *Sclerotinia sclerotiorum* (moho blanco)

La podredumbre de la raíz, podredumbre basal del tallo y marchitez causada por *Sclerotinia* se manifiestan primero con el marchitamiento repentino de plantas de girasol antes o durante la floración, generalmente en grupos dentro del lote. El hongo *S. sclerotiorum* invade a través de las raíces y puede propagarse a plantas adyacentes mediante el contacto entre raíces. Con el tiempo, aparecen lesiones húmedas de color marrón claro en la base del tallo, que pueden obstruir los haces vasculares. Si la infección avanza, el tallo se torna blanquecino y degradado, y la médula se descompone. Las plantas infectadas son susceptibles de caerse con fuertes vientos. El periodo desde el inicio del marchitamiento hasta la muerte de la planta varía entre cuatro y siete días. Los esclerocios negros (de 2 a 10 mm de diámetro) pueden encontrarse dentro y a veces fuera del tallo. La presencia de

esclerocios grandes ayuda a diferenciar esta enfermedad de otras similares como la marchitez por *Verticillium* y la podredumbre carbonosa por *Macrophomina phaseolina* (Markell, Harveson, Block, & Gulya, 2015).

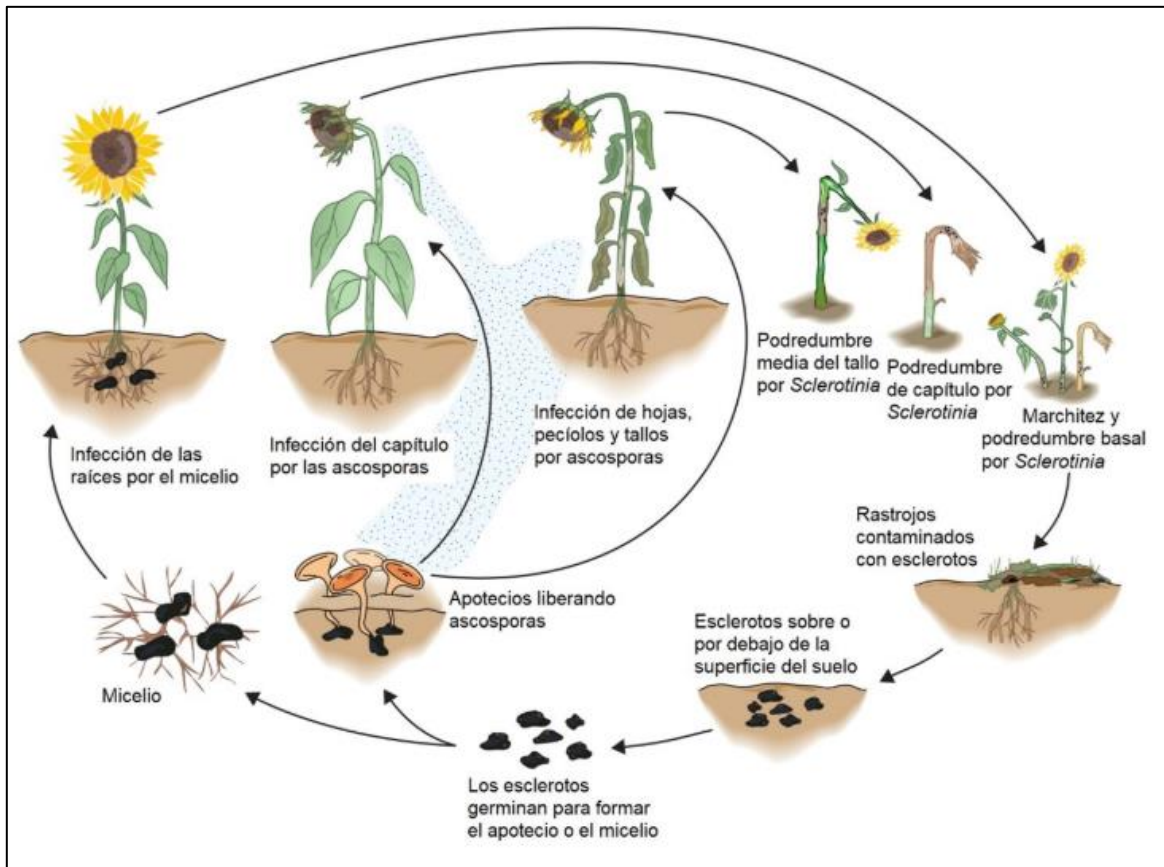


Figura 12. Síntomas causados por *Sclerotinia sclerotiorum* (moho blanco) (Harveson et al. 2016; Harveson, 2011)

2.2 Sistema de riego localizado (goteo)

Los sistemas de riego por goteo distribuyen agua a los cultivos a través de una red de tuberías y emisores que liberan pequeñas cantidades de agua periódicamente. Este método aplica el agua en forma de gotas mediante goteros y es un sistema presurizado que requiere presión para funcionar. Agronómicamente, se consideran riegos localizados porque humedecen una parte específica del suelo, suficiente para el desarrollo adecuado del cultivo. Este método permite riegos frecuentes, incluso

de una a dos veces al día, dependiendo del tipo de suelo y las necesidades del cultivo. Esta frecuencia de riegos reduce significativamente el riesgo de estrés hídrico, manteniendo la humedad del suelo en niveles óptimos durante todo el periodo de cultivo y mejorando las condiciones para el desarrollo de las plantas. Aunque los sistemas de riego presurizado comenzaron a usarse en México en la década de 1970, su desarrollo se intensificó en la década de 1990 debido a las mejoras técnicas y el aumento de las inversiones agrícolas

(Liotta, Carrión, Ciancaglini, & Olguin Pringles, 2015).

2.3 Estrés hídrico

Muchas funciones de las plantas dependen de la disponibilidad de agua en el suelo, y una deficiencia de agua puede limitar su crecimiento. El estrés abiótico tiene un impacto significativo en el crecimiento de las plantas y es especialmente preocupante en los sistemas agrícolas, donde conduce a pérdidas económicas. La respuesta más sensible al estrés hídrico es la proliferación celular; en este estado, las células permanecen más pequeñas y las hojas se desarrollan menos, reduciendo el área foliar fotosintéticamente activa (C., Quintal Ortiz, & Pérez Gutierrez, 2012).

El índice de estrés hídrico del cultivo (CWSI) se basa en la medición de la tasa de transpiración actual de un cultivo mediante la temperatura del dosel y el déficit de presión de vapor (López López , Arteaga Ramírez, Vázquez Peña , López Cruz, & Sánchez Cohen, 2009).

2.4 Evapotranspiración

La evapotranspiración es una variable crucial en el manejo del agua y la planificación del riego. Su cuantificación y análisis son importantes para estimarla de manera precisa a nivel local y de cuenca (Chávez Ramírez, Guillermo González, & González-Barrios, 2013).

Además de la precipitación y la escorrentía, la evapotranspiración es un proceso fundamental en el ciclo hidrológico y un elemento clave en la gestión de los recursos hídricos, especialmente en regiones áridas o semiáridas. La estimación de la evapotranspiración es relevante en estudios climatológicos, hidrológicos, agrícolas y forestales, aunque es difícil de cuantificar con métodos indirectos sin equipos costosos en el campo. Experimentalmente, la evapotranspiración se puede medir con precisión usando lisímetros de pesada, técnicas de Eddy covariance y la relación de Bowen. Estos métodos son limitados porque proporcionan valores puntuales de evapotranspiración para un lugar específico y no a una escala regional (Gordillo Salinas, Flores Magdaleno, Tigeras Chaves, & Arteaga Ramírez, 2014).

2.5 Escasez de agua en Torreón Coahuila

La Comarca Lagunera, situada en el norte de México, enfrenta graves problemas de escasez de agua y sobreexplotación de los acuíferos. La falta de control en las extracciones, la ausencia de fuentes adicionales de agua para las ciudades, la recurrencia de sequías y la competencia entre usos alternativos del agua agravan esta situación (CONAGUA, 2012). La demanda anual de agua potable para los asentamientos humanos de los municipios de Coahuila (Torreón, Matamoros, San Pedro de las Colonias, Francisco I. Madero y Viesca) y Durango (Gómez Palacio, Lerdo, Tlahualilo, Nazas, Rodeo, Mapimí, San Juan de Guadalupe, San Pedro del Gallo, Cuencamé, San Luis del Cordero y Simón Bolívar) que conforman la Comarca Lagunera es de 127 millones de metros cúbicos, los cuales se obtienen en su mayor parte del subsuelo.

La demanda anual de agua potable para los municipios de Coahuila y Durango que conforman la Comarca Lagunera es de 127 millones de metros cúbicos, mayormente obtenidos del subsuelo. La situación actual es crítica: se deben perforar más de 300 metros para obtener solo 30 litros de agua, muchas veces contaminada con arsénico, en contraste con los 30 metros necesarios antes para obtener 300 litros (EL SIGLO DE TORREÓN, 2010).

CAPITULO III

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de estudio

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL, localizada en el kilómetro 4 de la carretera Santa Fe, en Torreón, Coahuila, México. El campo experimental se encuentra geográficamente situado en las coordenadas $103^{\circ} 22' 15''$ de longitud oeste respecto al meridiano de Greenwich y $25^{\circ} 33' 23''$ de latitud norte a una altitud de 1,120 metros sobre el nivel del mar. Ubicación específica que ofrece un contexto ideal para el desarrollo de estudios agronómicos, dadas sus características geográficas y climáticas únicas.

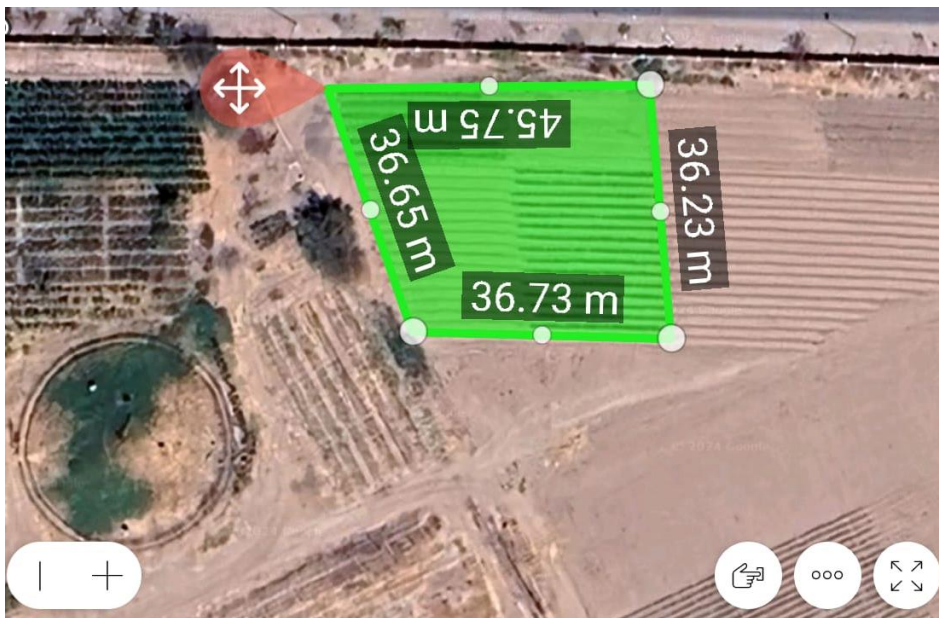


Figura 13. Imagen tomada vía satelital, mostrando la ubicación geográfica del campo experimental UAAAN UL.

3.2 Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar con cuatro tratamientos y 5 repeticiones.

Los tratamientos evaluados fueron 50%, 60%, 80% y 100 % de la evapotranspiración de referencia (ET_r) determinada por el método del tanque evaporímetro tipo A.

3.3 Material vegetal

La semilla de girasol (*Helianthus annuus L.*) que se utilizó para este experimento fue el híbrido “Vincent choice” de la distribuidora de semillas “Floreska Villa Gro.”, Ya que sus características genóticas y fenotípicas demostraban gran adaptabilidad a la región. Estas virtudes, más la gran resistencia que tiene ante el estrés hídrico, hacían que fuera el material genético idóneo puesto que permite trabajar y observar bien el desarrollo de la planta de una manera consistente sin mencionar que es un cultivo con gran potencial de ser un cultivo alternativo en la región.

3.4 Preparación del terreno

A fin de que la planta de girasol pueda desarrollarse de manera correcta y exprese su potencial genético, se necesitan de suelos no compactos y bien mullidos, para que sus raíces puedan desarrollarse libremente.

Es por eso que el terreno se trabajó de la siguiente manera;

- Barbecho
- Doble rastra cruzada
- Nivelación del terreno
- Bordeado a 1.5 metros (Camas)

El terreno quedó preparado el día 30 de septiembre del año 2023



Figura 14. Proceso de preparación del terreno

3.5 Control de maleza y deshoje

Control de malezas: La eliminación de plantas indeseadas en el cultivo se realizó de manera manual y con el uso de una azada, lo que aceleró significativamente la limpieza. Esta práctica se llevó a cabo con el objetivo de eliminar microambientes donde pueden hospedarse plagas y enfermedades, además de evitar que las malezas compitan por nutrientes con nuestro cultivo. Al realizar esta práctica, mejoramos la aireación del cultivo, lo que reduce la incidencia de plagas y permite una mejor penetración de la luz solar en el área foliar. Como resultado, se obtiene una mayor cantidad de biomasa, lo cual se traduce en plantas más sanas.

Deshoje: Se realizó el día 8/12/2023 con el fin de mejorar la aireación del cultivo, evitando así la formación de microclimas que puedan favorecer la aparición de plagas y enfermedades. Es importante mencionar que el deshoje dependerá del tamaño de la planta, para evitar la eliminación excesiva de hojas y prevenir el estrés en la planta. Generalmente, se retiran las hojas desde la base del tallo hasta el

cuarto o quinto anillo. Esta actividad debe realizarse en días tranquilos para minimizar el riesgo de infecciones. Además, es fundamental que la planta esté bien hidratada antes del deshoje, con el objetivo de reducir el estrés.



Figura 15. Deshoje del girasol “Vincent choice “

3.6 Riego

Previo a la siembra, se aplicó un riego ligero para crear las condiciones adecuadas de humedad necesaria para iniciar el proceso de imbibición de la semilla. Posterior a eso, los riegos fueron continuos durante los primeros 7 días con la finalidad de garantizar una germinación homogénea. Una vez que las semilla eclosiono, los riegos se aplicaron cada tercer día en base a la evapotranspiración determinada.

La ETr. se calculó en base a la lectura de evaporación diaria que se obtuvo del tanque evaporímetro tipo “A” de la estación meteorológica del departamento de riego y drenaje de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

El valor de factor de tanque a considerar fué de 0.75 de acuerdo a las condiciones ambientales prevalecientes en el área.

La fórmula para calcular la evapotranspiración de referencia es la siguiente:

$$ETr = Eva * Kt$$

Donde:

ETr= Evapotranspiración de referencia (mm)

Eva= Evaporación de tanque evaporímetro (mm)

Kt= Factor de tanque (0.75)

*Ejemplo con la primera lectura tomada del tanque evaporímetro:

Datos:

Eva= 5.15 (mm)

Kt= 0.75

ETr= 5.15 * 0.75

ETr= 3.8 (mm)

*Entonces de acuerdo al ejemplo anterior, la ETr. obtenida tiene un valor de 3.8mm lo que es igual al 100% de agua evaporada. Esto permite obtener los siguientes valores que corresponden a los tratamientos:

80%= 3.04

60%= 2.28

50%= 1.9

Para saber que tanto de tiempo se tiene que regar hay que hacer las siguientes operaciones:

Datos:

Área= 22.5 m² por cama

Número de goteros = 60 por cama

Gasto por goteo= 1L/hora

Tr= tiempo de riego

Entonces:

$$22.5 \text{ m}^2 * 0.0038\text{m} = 0.085\text{m}^3$$

$$0.085\text{m}^3 = 85\text{Litros}$$

$$Tr = 85\text{L}/60 \text{ litros por hora}$$

$$Tr = 1.41 \text{ horas}$$

3.7 Fertilización

Con el fin de fortificar a la planta de girasol en su desarrollo, se hicieron dos aplicaciones de fertilizantes vía foliar en dos fechas. La primera aplicación fue el día Jueves 16/11/2023 y la segunda el 29/11/2023.

Los productos utilizados se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Fertilizantes foliares utilizados, 2023

Fecha	Producto		Dosis
16/11/2023	Bayfolan solido		15g/L
	Syntek		10ml/L
	AminoTerra-F		1 ml/L
29/11/2023	Bayfolan solido		10g/L
	Syntek		15ml/L
	AminoTerra-F		1ml/L

3.8 Control de plagas y enfermedades

En el control de plagas, no fue necesario aplicar ningún agroquímico, ya que los insectos benéficos presentes en el cultivo proporcionaron un control biológico efectivo. Entre los insectos benéficos más destacados se encontraban la mariquita (*Coccinellidae*) y crisopa (*Chrysopidae*).

La principal plaga observada fueron las orugas cortadoras (*Lepidoptera: Noctuidae*), que causaban defoliación y daños notables a las plantas. Sin embargo, estos daños no superaron el umbral para considerarlas una amenaza significativa.

En cuanto a enfermedades, se detectaron dos: el oídio (*Erisiphe cichoracearum*) y la mancha de hoja (*Septoria helianthi*). No obstante, no fue necesaria ninguna

aplicación de control, ya que estas enfermedades se manifestaron cuando las plantas ya habían sido cosechadas.

3.9 Toma de datos y cosecha

Con el objetivo de evaluar la vida de anaquel, los girasoles se cosecharon a una altura de 1m, ya que esta es la medida promedio utilizada en las florerías, permitiendo ajustar las alturas según el arreglo floral. La cosecha se realizó con pinzas de corte desinfectadas, y para retirar las hojas se empleó la técnica del "anillo". Una vez cosechados, los girasoles se colocaron inmediatamente en agua para evitar el estrés y mantener su hidratación.

Posteriormente, se observó su evolución de manera constante, cambiando el agua regularmente para mantenerla limpia. El momento para dejar de considerar la planta útil se determinó cuando todas las flores en el capítulo habían florecido completamente. Al alcanzar el 100% de floración, las lígulas comenzaban a caer y el tallo se mostraba débil y flácido.

El registro y toma de datos se hicieron cada segundo día del mes de diciembre teniendo los primeros registros el día domingo 17 de diciembre del año 2023 (Figura 16).

Para que los registros fueran equitativos todas las plantas se cosecharon en la misma etapa fenológica, usando como referencia la floración de la primera línea del capítulo (figura 17).



Figura 16. Medición del diámetro del capítulo del girasol (*Helianthus annuus*) el día 17/12/2023



Figura 17. Primera línea de floración del girasol (*Helianthus annuus*)

3.10 Variables evaluadas

Altura de la planta (cm): Se midió la altura de cada planta desde la base del tallo hasta la parte inferior del capítulo (receptáculo). Este parámetro es crucial para evaluar el vigor y desarrollo general del cultivo bajo los diferentes regímenes de riego.

Diámetro del tallo (mm): Se midió el tallo inferior puesto que ahí es donde se recibe todo el peso de la planta, este indicador es esencial para determinar la robustez y la capacidad de la planta para soportar su propio peso, especialmente en condiciones de estrés hídrico. Un tallo más grueso puede sugerir una mayor resistencia a la sequía y una mejor adaptación a los diferentes tratamientos de riego.

Diámetro del capítulo (mm): Se midió el diámetro del capítulo en su punto más ancho. Este parámetro es importante para evaluar el potencial de producción de semillas y la eficiencia en la captación de luz solar. Un capítulo más grande puede indicar un mayor rendimiento potencial en términos de producción de semilla y biomasa.

Vida de anaquel (días): Se determinó el tiempo durante el cual los girasoles mantuvieron su frescura y apariencia después de la cosecha. Este parámetro es fundamental para evaluar la calidad postcosecha y la durabilidad de los girasoles

como producto ornamental. Se consideraron factores como la tasa de marchitamiento, caída de pétalos y decoloración del tallo y hojas.

Estas variables fueron seleccionadas para proporcionar una comprensión integral del rendimiento y adaptabilidad del híbrido del girasol "Vincent choice" bajo diferentes condiciones de riego.

3.11 Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos, se realizó por medio del software estadístico desarrollado por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León (FAUANL), versión 1.1.

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de la planta

El análisis estadístico de los datos de altura de planta mostro diferencia estadística entre tratamientos. Lo tratamientos de 80 y 100 % fueron estadísticamente similares pero diferentes a la aplicación del 50 % de la ETr el cual fue similar al 60 % de ETr. Sin embargo, en general se observa una tendencia a reducirse la altura de planta al reducirse el porcentaje de ETr aplicada (tabla 2).

Los resultados coinciden con lo reportado por Vranceanu (2000) quien indica que la falta de agua en el suelo causa diferentes niveles de estrés en el desarrollo de la planta de girasol. La falta de agua minimiza la absorción de nutrientes provocando que la altura y peso de la planta se vean afectados.

4.2 Diámetro del capítulo

En diámetro del capítulo, los resultados del análisis estadístico no indicaron diferencia significativa entre tratamientos. Todos fueron estadísticamente similares. No obstante, se muestra tendencia a reducción en el diámetro de capitulo al incrementarse el déficit de humedad (tabla 2). Sin embargo, Yawson (2011) menciona que existe una fuerte relación entre la cantidad de agua suministrada y el tamaño del capítulo.

Tabla 2. Altura de planta y diámetro de capullo de girasol bajo estrés hídrico. UAAAN – UL 2023.

Tratamientos ETr (%)	Altura	Diámetro del capullo
T1= 100%	107.4 a	64.2
T2= 80%	103.1 ab	62.8
T3= 60%	98.4 bc	59.6
T4= 50%	92.8 c	56.4

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo al modelo DMS (0.05).

4.3 Diámetro inferior de tallo

En diámetro inferior de tallo no se encontró diferencia entre tratamientos (Tabla 3). El cual muestra tendencia a reducirse al incrementar el estrés hídrico, con valores que fluctuaron de 14.8 a 18.9 mm. La planta de girasol bajo estrés hídrico reduce su desarrollo y crecimiento de tal manera que el diámetro de tallo disminuye linealmente de 0.15 a 0.62mm (Travassos, 2003).

4.4 Vida de anaquel

En vida de anaquel se encontró diferencia estadística entre tratamientos. Los tratamientos de 60 y 80 % fueron similares con valores de 15.5 y 16 días, pero diferentes a 50 y 100 % de ETr los cuales fueron similares entre si con vida de anaquel de 14 y 14.6 días (Tabla 3). Lo anterior coincide con que el estrés hídrico desfavorece la vida de anaquel del girasol ya que la falta de agua provoca embolias de aire en el sistema vascular reduciendo de esta manera su vida útil (Burg, 2014).

Tabla 3. Diámetro del tallo y vida de anaquel de girasol bajo estrés hídrico. UAAAN – UL 2023.

Tratamiento ETr (%)	Diámetro del tallo inferior	Vida de anaquel
T1 = 100%	18.9	14 b
T2= 80%	17.5	16 a
T3= 60%	17.4	15.5 a
T4= 50%	14.8	14.6 b

Los valores con la misma letra son estadísticamente iguales de acuerdo al modelo DMS (0.05).

5.- CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta todos los aspectos analizados se puede concluir que:

- ✓ La altura de planta se vio afectada por el estrés hídrico.
- ✓ El estrés hídrico no afectó el diámetro del capítulo.
- ✓ El estrés hídrico no afectó el diámetro del tallo inferior
- ✓ El exceso y escasez de agua afectaron la vida de anaquel

BIBLIOGRAFÍA

- B. Heiser , C. (2006). Taxonomy of Helianthus and Origin of Domesticated Sunflower. *American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America*. doi: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr19.c2>
- C., W., Quintal Ortiz, & Pérez Gutierrez, A. (2012). Uso de agua, potencial hídrico y rendimiento de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.). *Revista fitotecnia mexicana*.
- Chávez Ramírez, E., Guillermo González, C., & González-Barríos, J. L. (2013). Uso de estaciones climatológicas automáticas y modelos matemáticos para determinar la evapotranspiración. *Tecnología y ciencias del agua*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-24222013000400007&script=sci_arttext
- D. Smith, B. (2013). The domestication of *Helianthus annuus* L. (sunflower). *SpringerLink*, 57–74.
- H. Rieseberg, L., & Seiler , G. (2013). Molecular Evidence and the Origin and Development of the Domesticated Sunflower (*Helianthus annuus*, Asteraceae). *Economic Botany*, 79 - 91.
- Maldonado Cabrera, D., Pérez Ríos, S., & Domínguez Narváez, J. (2023). Producción de flor ornamental de *Lisianthus* (*Eustoma grandiflorum*) y *Freesia* (*Freesia x hybrida*) empleando aguas residuales como alternativa económica y ambiental en el valle del Mezquital. *XAHNI Boletín Científico* .
- Ortiz Mejiaz, L. (2010). Cultivo de Girasol (*Helianthus annuus* L.). *SIDALAC*. Obtenido de <http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/7636>
- Stella Zerbino, M. (2018). PLAGAS EN GIRASOL. *ainfo.inia.uy*, 17 - 29.
- Tulli, M., del Río, M., Martiarena, D., Mateos, F., & Divit, I. (2020). Gorgojos plaga en girasol:daño de *Listroderes* sp.en estadios iniciales de cultivo. *Estación Experimental Agropecuaria Balcarce, INTA*.
- Agrositio. (2013). Recomendación de monitoreo en pulgones y grillo. *Monitoreo en pulgones y grillo subterráneo*, 2 - 3.
- Aguilar ., C. (2001). El cultivo del girasol (*Helianthus annuus*) para flor cortada . *Flormarket 2*, 55 - 61.
- Aragadvay, Y., Rayas , A., Heredia , D., Estrada F, J., Martínez C., F., & Arriaga J, C. (2015). Evaluación in vitro del ensilaje de girasol (*Helianthus annuus* L.) solo y combinado con ensilaje de maíz. *Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 315-327.
- Bye, R., Linares, E., & L. Lentz, D. (2009). MÉXICO: CENTRO DE ORIGEN. *Medigraphic, Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 8 - 60.
- CONAGUA. (2012). Comisión Nacional del Agua. *Atlas del agua en México*. México., 139. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342019000300539&script=sci_arttext#B10

- Druzianich , E. (2013). Guía práctica para la identificación de plagas. *Plagas en el cultivo de Girasol*, 46 - 54.
- EL SIGLO DE TORREÓN, E. S. (2010). Escasez de agua y arsénico afectan a la Comarca Lagunera. *El Siglo de Torreón*. Obtenido de <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/509965.escasez-de-agua-y-arsenico-afectan-a-la-comarca-lagunera.htm>
- Gordillo Salinas , V., Flores Magdaleno , H., Tígeras Chaves, L., & Arteaga Ramírez , R. (2014). Estimación de la evapotranspiración utilizando un. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342014000100012&script=sci_abstract&tlng=pt
- Ivancovich, A., & Lavilla, M. (2016). *Diagnostico y manejo de enfermedades en girasol*. Buenos Aires: INTA.
- Lindstrom, L., Pellegrini, L., & Hernández, L. (2010). Growth and development of sunflower fruits under shade during pre-and early post-anthesis period. *UCT.AC*, 151 -159. doi:10.1016/j.fcr.2005.06.006
- Liotta, M., Carrión, R., Ciancaglini, N., & Olguin Pringles, A. (2015). Riego por goteo. *PROSAP INTA*.
- López López , R., Arteaga Ramírez, R., Vázquez Peña , M., López Cruz, I., & Sánchez Cohen, I. (2009). Índice de estrés hídrico como un indicador del momento de riego en cultivos agrícolas. *Agricultura técnica en México*. Obtenido de 97-111. Recuperado en 30 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0568-25172009000100010&lng=es&tlng=es.
- Macarena, C., Cristian, S., Cavalieri, J., & Pérez, G. (2013). Guía práctica para la identificación de plagas. *Estación Experimental Agropecuaria Las Breñas*, 13 - 64.
- Mag, L. (2014). Principales Plagas del cultivo de girasol . *El girasol* , , 3-6.
- Markell, S., Harveson, R., Block, C., & Gulya, T. (2015). *Sunflower Disease Diagnostic Series*. North Dakota State: University Cooperative Extension Service, Fargo, ND, USA.
- Martínez, V., López, A., Basurto , S., & Pérez, L. (2011). Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*. 156-161.
- Melgares, J. (2018). Insectos plagas. *Manual básico del cultivo de girasol* ., 7 - 11.
- Muriel Fernández, J. (2010). ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS NECESIDADES HÍDRICAS DE LAS PLANTAS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) y girasol (*Helianthus annuus* L.) RELACIÓN ENTRE CONSUMO DE AGUA , PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE AGUA. *UNIVERSIDAD DE SEVILLA - FACULTAD DE CIENCIAS*, 300.
- Osornio Morán, J. (2018). Uso eficiente del agua en la agricultura sostenible. *EL ECONOMISTA*. Obtenido de <https://www.economista.com.mx/opinion/Uso-eficiente-del-agua-en-la-agricultura-sostenible-l-20180521-0096.html>

- Poverene , M., Cantamutto , A., Carrera , D., Ureta , S., Echeverría, M., & Rodríguez, H. (2002). El girasol silvestre (*Helianthus* spp.) en la Argentina: caracterización para la liberación de cultivares. . *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria*, 97-116.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2022). Lista la producción de flores ornamentales para atender demanda por el 14 de febrero. *GOBIERNO DE MÉXICO*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa>
- Seiler, G. (2010). Anatomy and Morphology of Sunflower. *Agronomy Monographs*. doi: <https://doi.org/10.2134/agronmonogr35.c3>
- SIAP. (2023). Girasol - Monografía. *GOB.MX*. Obtenido de [https://www.gob.mx › girasol_monografia_2023](https://www.gob.mx/girasol_monografia_2023)
- Sosa, M., & Vitti, D. (2011). El gorgojo del girasol.
- T., G., Martínez , E., & H., R. (2020). Una mirada al sol: *Helianthus annuus*. *Desde el Herbario CICY*, 128 -132.
- Torres Ávila, A., Aguilar Avila, J., Santollo Cortéz, V., & Martínez Gonzáles, E. (2021). Trayectoria del sistema de innovación del cultivo de girasol en México , 1965 - 2018. *HISTORIA AGRARIA*, 68 - 224. doi:10.26882/histagar.083e06t
- Vital-Vilchis, I., Quiñones-Aguilar, E., Hernández-Montiel, L., & Rincón-Enríquez, G. (2019). Selección de un sustrato para la aplicación de hongos micorrízicos arbusculares en el cultivo de girasol ornamental en campo. *CIBNOR REPOSITORIO*, 3-14. Obtenido de <http://cibnor.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1001/2597>
- Vitti , D., Salto , C., Sosa, A., & Luiselli , s. (2015). Insectos en girasol. *Polinizadores, fitofagos y entomofagos*,, 25-55.
- Vizcarra Hernández, I. (2021). Uso de agua y kc en dos variedades de girasol bajo el sistema succión en dos sustratos. *Universidad Autónoma Chapingo*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12098/1122>