

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
DIVISION DE AGRONOMIA

El Cultivo del girasol  
(*Helianthus annuus* L.) como una  
Alternativa Económica en México

Por :

Joel Vásquez Mendoza

MONOGRAFIA

Presentada como Requisito Parcial para  
Obtener el Título de

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.  
Febrero de 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

El Cultivo del Girasol (*Helianthus annuus* L.) como una  
Alternativa Económica en México.

Por :

Joel Vásquez Mendoza

Monografía

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de :

Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISION DE AGRONOMIA

El cultivo del girasol (*Helianthus annuus* L.)  
Como una alternativa económica en México

Por

JOEL VASQUEZ MENDOZA  
Monografía  
Que somete a consideración del H. Jurado examinador  
Como requisito parcial para obtener el título de:  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

Aprobada  
Presidente del Jurado

M.C. Edgar E. Guzmán Medrano

SINODAL

SINODAL

Dr. Diana Jasso de Rodríguez

M.C. Carlos I. Suarez Flores

SINODAL

Dr. Jesús Ortegón Pérez

El coordinador de la división de Agronomía

M.C. Reynaldo Alonso Velasco

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Febrero de 2001.

## AGRADECIMIENTO

Primeramente DIOS, sobre todas las cosas

A mi Alma Terra Mater

Ing. M.C. Edgar E. Guzmán Medrano.

Por la paciencia, serenidad y confianza que deposito en mi. Creo que sin su ayuda habría sido imposible haber concluido el presente trabajo.

Dr. Diana Jasso de Rodríguez.

Por las aportaciones y referencias apropiadas para la elaboración del trabajo y por las palabras de aliento para no claudicar.

Ing. M.C. Carlos I. Suarez Flores.

Por la disponibilidad y amabilidad de aceptar a ser miembro integrante del jurado.

Dr. Jesús Ortegón Pérez.

Por acceder a ser parte del jurado suplente.

Ing. Genaro Rodríguez Tinoco.

Y a su compañera de toda la vida Karina López Ríos. Gracias por brindármelas horas de su tiempo para la aportación del trabajo.

C.P. María del Rosario Alvarez Santiago.

Por la colaboración desinteresada del presente trabajo.

## DEDICATORIA

Papás: En cualquier lugar del Universo que se encuentren, siempre los llevare en mi corazón y pensamientos los amo, quiero y respeto. Porque fueron el medio de mi existencia. mil Gracias.

Francisco Vásquez Pérez (+)

Santiago Mendoza de Vásquez (+)

A mi esposa: María Esther Alvarez Santiago. Gracias por el amor y comprensión que me a brindado. Amiga y compañera de toda la vida.

A mis hijos: Con amor. Jahaziel, Mara Jael y Joel Esaí.

A mis hermanos: Con respeto.

Francisco

Lino Alvaro

Ruben

Alma Rosa

Sergio Armando

Desiderio

Norma Alicia

Alejandro

A mi cuñada: María Elena Lumbreras Mata. Por ser una persona importante en mi vida familiar.

A mi sobrino: Cesar Arturo Vásquez Pineda. (+) por la gran admiración y cariño que siempre le tendré.

A todas y cada una de las personas, que de una o otra forma me brindaron su apoyo y colaboración. Ya que el presente trabajo es sencillo y humilde pero con gran amor y dedicación.

## INDICE DE CONTENIDO

	Página
Indice de Figuras .....	VIII
Indice de Cuadros .....	IX
I. INTRODUCCION .....	1
II. ORIGEN GEOGRAFICO E HISTORIA .....	4
III. DISTRIBUCION GEOGRAFICA MUNDIAL Y NACIONAL.....	9
IV. ESTADISTICA DE PRODUCCION .....	16
IV.1 Producción a Nivel Mundial .....	16
IV.2 Producción a Nivel Nacional .....	19
V. CLASIFICACION TAXONOMICA DEL GIRASOL.....	24
VI. DESCRIPCION BOTANICA .....	26
VII. ASPECTOS FISIOLOGICOS .....	31
VII.1 Periodo de Desarrollo Vegetativo .....	32
VII.2 Llenado del Grano .....	32
VII.3 Maduración .....	34
VII.4 Desarrollo Fenológico del Girasol.....	35
VIII. ASPECTOS ECOLOGICOS .....	39
VIII.1 Influencia del Fotoperíodo en el Girasol.....	41
IX. ASPECTOS AGRONOMICOS.....	43

IX.1 Preparación del Terreno.....	43
IX.2 Siembra .....	46
IX.3 Métodos de Siembra.....	47
IX.4 Fertilización .....	50
IX.5 Riego .....	54
X. PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	58
X.1 Plagas .....	58
X.2 Nematodos .....	64
X.3 Enfermedades .....	65
X.4 Control de Malezas.....	69
XI. MEJORAMIENTO GENETICO DEL GIRASOL.....	75
XI.1 Mejoramiento en el Mundo.....	75
XI.2 Mejoramiento del Girasol en México.....	79
XII. COSECHA Y MANEJO.....	87
XIII. ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO.....	92
XIII.1 Acondicionamiento.....	92
XIII.2 Almacenamiento.....	96
XIV. ANALISIS PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO... DE ACEITE Y PROTEINA.....	101
XV. CALIDAD DEL ACEITE.....	105
XV.1 Otros Aceites Vegetales.....	110

XVI.	ASPECTOS DE INDUSTRIALIZACION DEL GIRASOL.....	113
	XVI.1 Sistemas de Extracción del Aceite.....	113
XVII.	ASPECTO DE IMPORTANCIA ECONOMICA.....	131
XVIII.	CONCLSIONES.....	135
XIX.	Bibliografía .....	137
XX.	APENDICE .....	143
	XX.1 Abreviaturas.....	143
	XX.2 Siglas .....	144
	XX.3 Símbolos .....	145

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
No.		
2.1	<i>Tithonia tubaeformis</i> Caas.....	5
2.2	Origen del girasol según Vavilov.....	6
3.1	Países productores de girasol en orden de importancia.....	11
3.2	Estados de la República Mexicana donde se siembra girasol.....	13
6.1	Características morfológicas de la planta de girasol.....	30
7.4.1	Etapas del desarrollo fenológico del girasol.....	37
10.1.1	Abundancia de palomilla del capitulo y periodo de daño al girasol respecto a época de siembra del cultivo en Abasolo, Tamaulipas.....	63
16.1.1	Etapas para la elaboración de aceite de girasol.....	129

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
No.		
4.1.1	Principales países productores de girasol en el mundo.....	17
4.1.2	Producción de girasol por continentes.....	18
4.1.3	Producción por orden de continentes.....	18
4.1.4	Países productores de girasol por orden de importancia.....	19
4.2.1	Principales Estados productores de girasol en México.....	22
4.2.2	Girasol año agrícola.....	23
7.4.1	Etapas fenológicas del cultivo de girasol, desde emergencia hasta período de cosecha.....	37
9.3.1	Fechas recomendadas para condiciones de riego y temporal.....	49
9.4.1	Distribución de N, P <sub>2</sub> O y K <sub>2</sub> O en diferentes partes de la planta .....	50
9.4.2	Elementos que requiere el girasol en su fase de desarrollo.....	51
10.1.1	Plagas que afectan el cultivo de girasol en las principales regiones de México.....	64
10.2.1	Principales enfermedades que afectan al cultivo de girasol en diferentes regiones de la República Mexicana.....	68
13.2.1	Ventilación de la semilla de girasol.....	99
15.1.1	Especificaciones de calidad del aceite de girasol.....	109
17.1.1	Costos de producción por hectárea Estado de Coahuila.....	133

## INTRODUCCION

El girasol (*Helianthus annuus* L.) recibe esta nominación por su característica botánica singular de girar la inflorescencia hacia la trayectoria del sol, conocida como heliotropismo. Etimológicamente *Helianthus* deriva del griego *helio*-sol y *anthus*-flor, *annuus*-anual aunque también se le da infinidad de nombres comunes, dependiendo del lugar que se encuentra sembrado como por ejemplo: mirasol, acahual, polocote, maíz de Texas, copa de Júpiter, tornasol, flor de sol, sol de los Incas, etc.

El girasol procede originalmente del Norte de México, parte Centro Occidental de Estados Unidos, Canadá incluyendo Perú. Ultimamente ha aumentado su importancia, como cultivo oleaginoso y en la actualidad es el segundo cultivo oleaginoso en importancia mundial solamente después de la soya, y se espera que en un lapso relativamente corto se coloque como el número uno entre las oleaginosas cultivadas.

Aunque el girasol se ha cultivado como especie oleaginosa desde los inicios del siglo XIX, inicialmente en Rusia y posteriormente en Europa y otras regiones; en México fue hasta 1965 cuando el Instituto Nacional de Investigación Agrícola (INIA) efectuó pruebas preliminares de adaptación y rendimiento bajo condiciones de temporal en algunas zonas semiáridas del país.

México dejó de ser autosuficiente en la producción de frutos y semillas de oleaginosas durante la década comprendida de 1970 a 1980.

Desde 1982 el consumo per-cápita de aceite y grasas para consumo humano fue de 16.0 litros y esto conformó una demanda para el mismo año de 1.12 millones de toneladas de las cuales en el país sólo se produjeron el 30% esto es, un déficit constante del 70% de la demanda nacional en los ocho años, comprendidos de 1982-1990. En la década de los 1990's, el déficit se ha mantenido arriba del 80%.

El girasol tiene un gran futuro especialmente por las condiciones climáticas del agro nacional. En este cultivo es urgente la necesidad de dar mayor apoyo a la investigación genética, ya que es una de las especies vegetales con mayor futuro en el mundo. De sus semillas se extrae un aceite comestible de alta calidad, de sus tortas o residuos industriales se obtienen proteínas para alimentos de animales y además es posible su uso como planta forrajera de la que se obtiene el mismo tonelaje y con mayor contenido de proteínas que en el maíz, sólo que en menos tiempo.

Es de suma importancia incrementar la producción de aceite vegetal del cultivo de girasol en nuestro país, ya que podría representar un incremento de ingresos económicos por la necesidad del consumo de aceites vegetales de alta calidad y por sus características particulares como cultivo y considerando que utilizando aceite vegetal de girasol en la alimentación, se disminuye considerablemente los problemas cardiovasculares de los consumidores.

La urgente necesidad de sustituir las grasas de origen animal por aceites y grasas vegetales, debido a que sus mejores cualidades nutricionales y a su mayor facilidad de obtención, ha ocasionado que se amplíe el área sembrada con plantas oleaginosas y como consecuencia se incremente la investigación sobre los aspectos nutricionales y agro-industriales de los cultivos oleaginosos. Las características favorables, que presenta el girasol como cultivo han contribuido a su difusión porque es económico, no requiere de maquinaria especializada, es rústico, de ciclo corto y adaptable a condiciones de suelo y clima poco favorable. Suele decirse que es un cultivo esquilante, pero esta apreciación es errónea, pues si bien tiene la particularidad de poder absorber más agua del subsuelo que otros cultivos estivales y por ello puede resistir mejor los efectos de humedad insuficiente, eso no representa en ninguna manera, ningún tipo de presión exagerada al suelo y al contrario, se ha considerado como un cultivo mejorador del suelo ya que tiene capacidad de extraer sales y al mismo tiempo aporta materia orgánica, porque es gran productor de biomasa.

El objetivo principal de esta investigación monográfica es el de concentrar la información más actualizada del cultivo con el fin de que sirva como una aportación para facilitar el acceso a ella en una forma práctica, tratando al mismo tiempo de que los interesados en aspectos más profundos en algunas de las áreas de investigación encuentren al menos las fuentes de consulta bibliográficas que puedan satisfacer sus necesidades.

## II. ORIGEN GEOGRAFICO E HISTORICO

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es originario de la región centrooccidente de los Estados Unidos de América y de varias partes de México. Las tribus indígenas utilizaban las semillas de girasol silvestre como alimento y las flores como medicinales y ceremoniales.

Vavilov (1949) encontró en algunas zonas de México una especie emparentada con el girasol *Tithonia tubaeformis* Cass (Fig. II.1) que es una mala hierba la cual se puede confundir fácilmente con el girasol encontrada, muy frecuentemente en la parte norte de México, pero nunca más hacia el centro o el sur (Fig. II.2).

Linneo (1753), Decandolle (1824) mencionan que un origen tan concreto en los primeros herbarios no se debe tomar con todo rigor, sino solamente como una indicación de que la planta era procedente de un lugar cualquiera de América, ya que la introducción del girasol en Europa se hizo probablemente desde México por los exploradores españoles, y luego desde Virginia y Canadá por los ingleses y franceses. En la mayoría de los casos su origen se atribuye a México, Virginia, Canadá e incluso a Brasil. Hoy no cabe lugar a duda de que el girasol procede de la parte oeste de América del norte, incluyendo México del norte.

Villarreal (1975), Saumell *et al.* (1976) concuerdan en que el girasol es originario de Norteamérica, entre los 32 y 52 grados de latitud norte, en las zonas áridas del medio oeste,

zonas septentrional del antiguo México y provincia occidental del Canadá. Otros autores afirman que el girasol es originario del Perú.

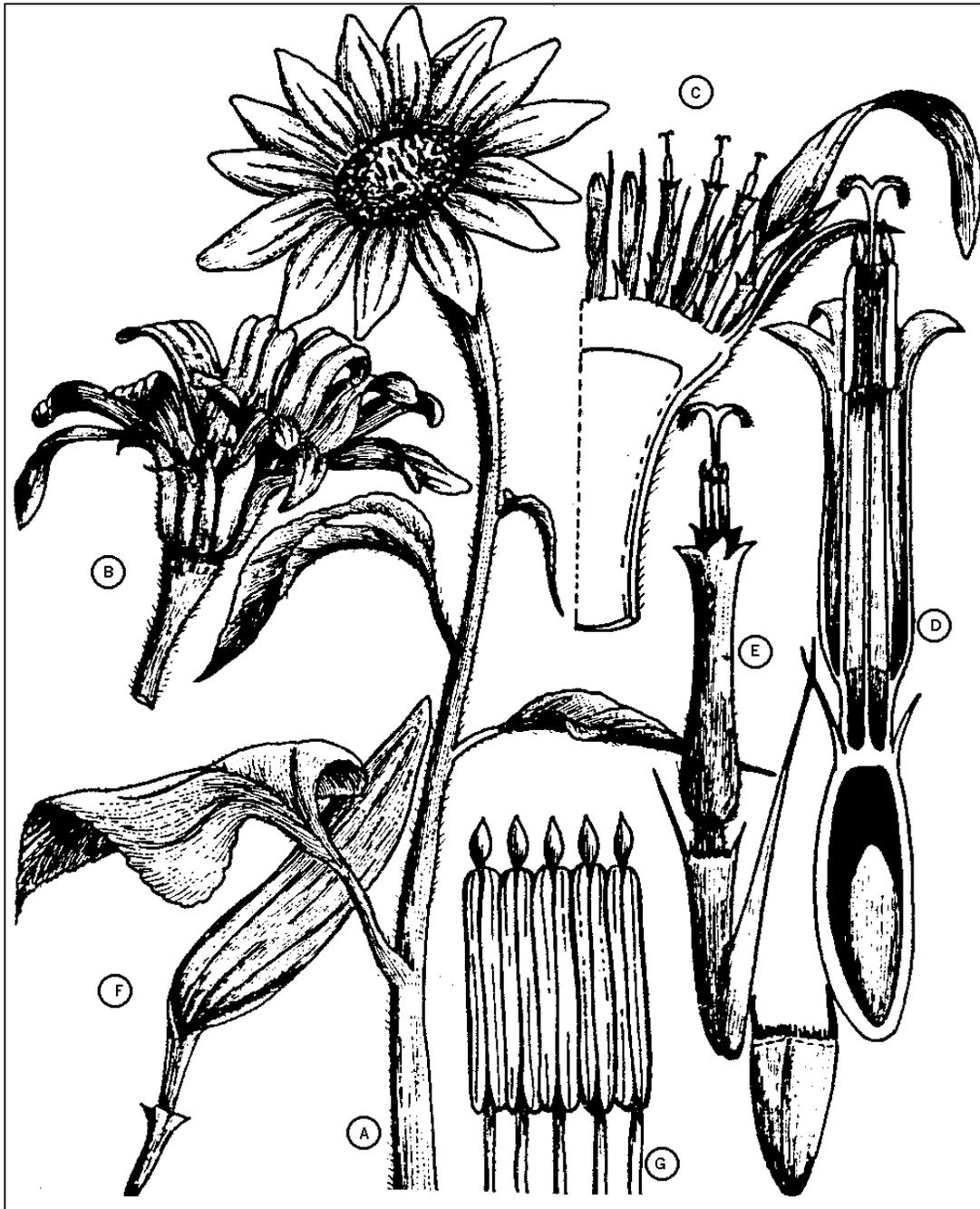


Figura II.1 *Tithonia tubaeformis* Cass. A) Rama floral, B) Capítulo, C) Corte esquemático de un capítulo, D) y E) Flor tubular, F) Flor ligulada

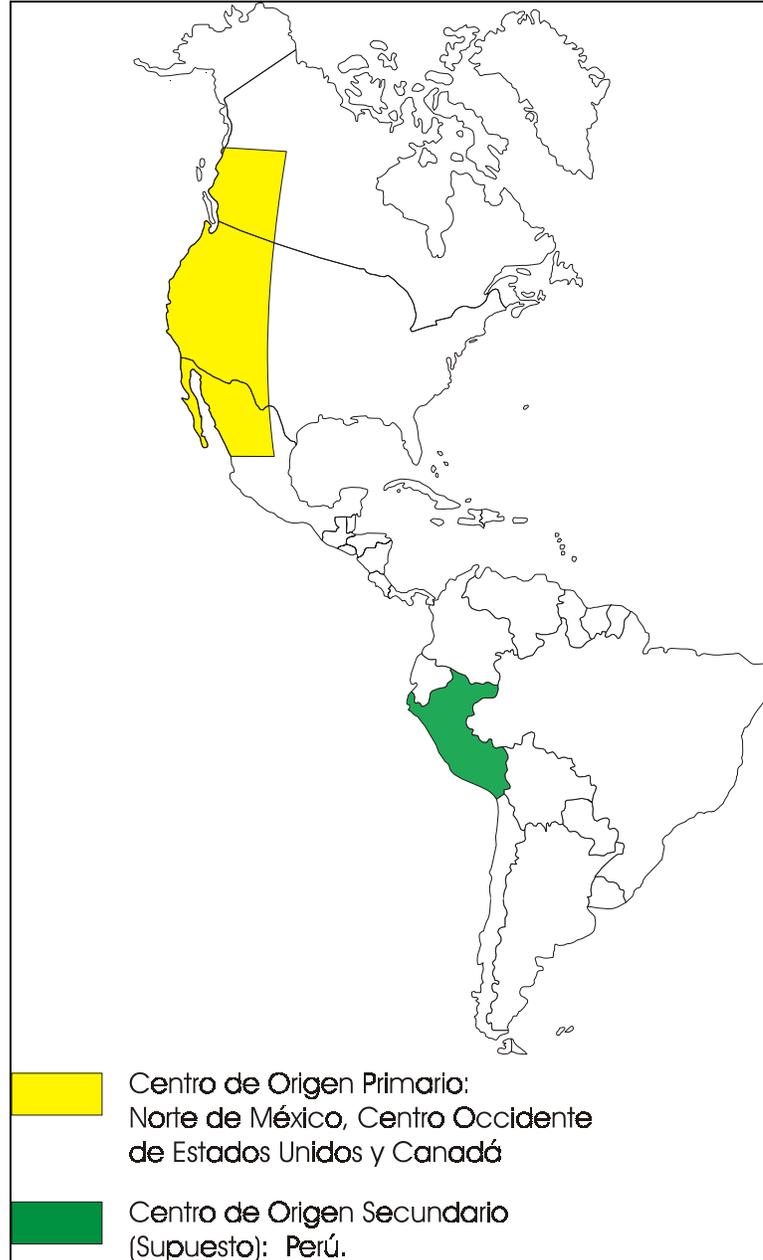


Figura II.2. Origen del girasol según Vavilov (1949)

Dodonaeus (1568) lo llamó la flor de oro del Perú por lo que siempre se ha creído que el girasol procede del Perú, aunque no se han encontrado pruebas que demuestren la existencia de dicha especie en América del sur, durante la época precolombina.

Robles (1982) menciona que su origen es de América, en donde se ha encontrado a través de todo el continente una gran cantidad de especies del género *Helianthus*. Respecto a la especie *annuus*, muy probablemente tenga su origen en la parte norte de México y la parte del occidente o en las zonas áridas del medio oeste de E.U.A. hasta Canadá.

En México la razón por la cual se ha considerado que el área en donde se domesticó el girasol fue en la parte central del país, más que el sudoeste se debió a que la agricultura fue desarrollada más tarde en la segunda región, por lo tanto el girasol arqueológico y su variedad doméstica vinieron de la parte central y del área del este.

En los últimos 20 años se han incrementado los trabajos arqueológicos en Norteamérica y México pero ninguno de los recientes descubrimientos ha modificado la hipótesis original.

La historia describe que los usos del girasol empiezan en la prehistoria con los indios americanos, quienes encontraron que la semilla de girasol silvestre era una rica fuente de alimento y eventualmente domesticaron esta especie, posteriormente descubrieron su utilidad medicinal y otras, llegando a considerarlo tan importante que le rendían homenaje en ceremonias religiosas. A partir del descubrimiento de América, el girasol viajó a Europa llegando a Rusia, en la que llegó a constituirse como uno de sus principales cultivos y en las últimas décadas su producción representa aproximadamente el 60% del total mundial (Heiser, 1976; Saumell 1976).

El girasol fue llevado por los españoles a Europa procedente de México, en donde crece en forma espontánea (Lees, 1965) y más tarde de Virginia, E.U.A., de Ontario y Quebec, Canadá por los franceses e indígenas. (Heiser, 1951; Leppik, 1962). Hoy en día, uno de los principales países productores es Rusia, de allí proviene la mayoría de las variedades que actualmente se cultivan.

Según Lees (1965) mencionado por Ortiz (1989) establece que algunos arqueólogos empleando el método de fechado de carbono 14, han establecido de evidencia de una antigüedad de 2800 años, en la cuenca de Mississippi, Missouri.

Ortegón (1993) describe que el origen del girasol se atribuye principalmente a México, Estados Unidos, Canadá e incluso Brasil; pero estudios posteriores indican que el girasol procede del oeste de Norteamérica, incluso el norte de México. Debido a ello, se cree que la introducción del girasol en Europa fue realizada por los españoles, quienes llevaron al Viejo Continente semilla obtenida en territorio mexicano.

Conjugando esta información se concluye que los autores Vavilov, Saumell, Robles, Linneo y Ortegón el cultivo de girasol es originario de América mencionando como centros más importantes: El norte de México, centro occidental de los E.U.A. y Canadá incluyendo a Perú.

### III. DISTRIBUCION GEOGRAFICA MUNDIAL Y NACIONAL

El girasol tiene amplia distribución geográfica y actualmente es una especie oleaginosa cultivada en buena parte del planeta, ya que tiene una amplia capacidad de adaptación, por lo que se encuentra en alturas desde el nivel del mar hasta más de 2500 msnm, aunado a la adaptación, muestra resistencia a condiciones desfavorables especialmente en zonas de escasa precipitación, con temperaturas altas hasta 48 °C y bajas hasta -5 °C (Guzmán *et al.*), 1987).

El girasol ocupó en 1989 el segundo lugar en el mundo como productor de aceite comestible después de la soya, siendo los países sobresalientes como consumidores Checoslovaquia, Alemania, Australia, Italia, y España, este último país compro en los últimos años elevadas cantidades a Rusia.

Fue en Rusia donde el girasol empezó a adquirir importancia como oleaginosa. En 1779 se realizaron las primeras pruebas de extracción del aceite, y en el periodo de 1830 a 1840 se inició la explotación comercial del aceite de girasol en este país. Ya en 1915, la URSS contaba con 900 000 hectáreas de cultivo de este grano, y en 1986 era el principal productor de girasol en el mundo: tenía una superficie mayor de 5.5 millones de hectáreas.

La importancia de este cultivo se extendió al Continente Americano, Argentina comenzó su difusión en los años 30 y desde entonces ocupa el segundo lugar como país productor de girasol; la superficie de siembra que posee actualmente este país es de cerca de dos millones de hectáreas. Posteriormente el cultivo llegó a Estados Unidos, país que de 1979 a 1982 superó la producción de Argentina. De 1983 a 1986, Estados Unidos reporta una superficie de siembra que oscila entre 1.5 y 1.7 millones de hectáreas.

En la década de los 60, el girasol adquiere importancia económica a nivel mundial, ya que se vuelven productores países como Rumania, España, Yugoslavia, Turquía Bulgaria y Sudáfrica. Esto hace que la producción se eleve de 10 millones de toneladas de grano en 1975 a 17.7 millones en 1985 (Figura III.1).

La semilla de esta oleaginosa es muy importante, pues posee de 45 a 55% de aceite cuya calidad se encuentra entre las mejores. A nivel mundial, ocupa el segundo lugar como materia prima en la producción de aceite comestible, sólo superada por la soya.

En México, los primeros intentos para incrementar la producción comercial de girasol se realizaron en 1971, año en que se sembraron poco más de 50 000 hectáreas, pero problemas relacionados con el cultivo, principalmente en la cosecha y comercialización, impidieron el avance en la producción de esta oleaginosa. De 1980 en adelante, se ha mantenido una superficie promedio de 20 000 hectáreas de siembra al año en condiciones de temporal (Ortegón, 1993).

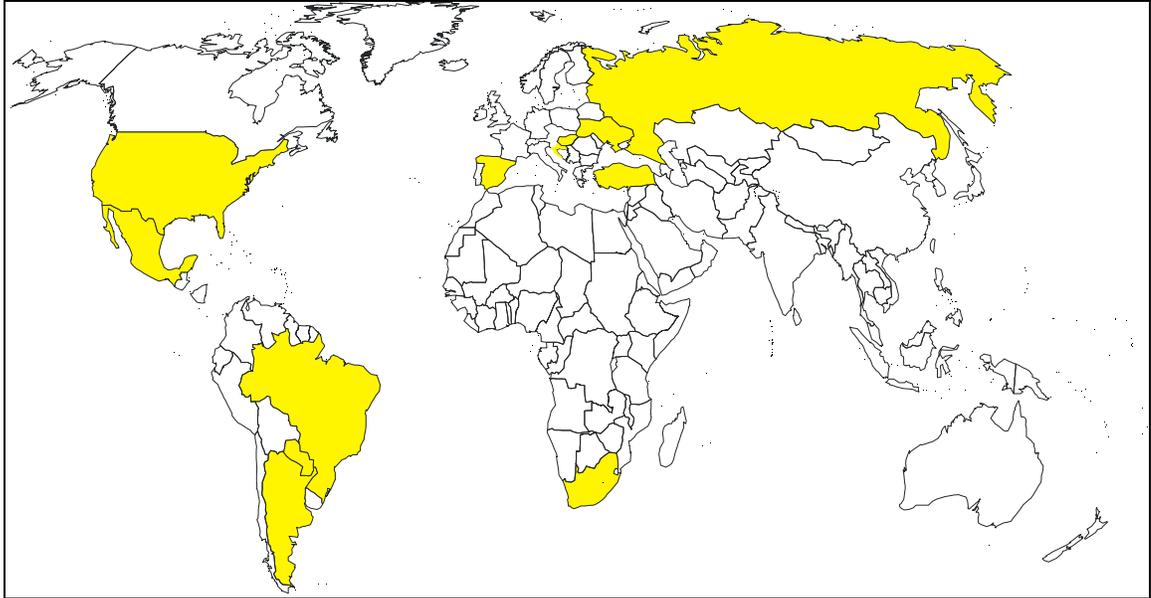


Figura III.1. Países productores de girasol en orden de importancia (Ortegón, 1993).  
1. Rusia, 2. Argentina, 3. Estados Unidos, 4. Rumania, 5. España, 6. Yugoslavia, 7. Turquía, 8. Bulgaria, 9. Sudáfrica, 10. Brasil, 11. Paraguay, 12. México.

El girasol (*Helianthus annuus* L.) es uno de los cultivos que en los últimos años se ha venido colocando entre los primeros lugares de importancia en las plantas oleaginosas, debido a la gran calidad del aceite que se extrae de su semilla, y la demanda que se tiene de éste en la alimentación humana (Ortiz, 1989).

Como subproducto, en la pasta de la semilla, después de la extracción de aceite, queda un alto porcentaje de proteína que es utilizada para la alimentación ganadera. Actualmente la producción comercial está en manos de los siguientes países: Rusia, Estados Unidos de América y Argentina, alcanzando un segundo lugar en producción a nivel mundial como planta oleaginosa.

En México no se ha sembrado girasol en grandes superficies, en el año de 1971, fue cuando se realizó la mayor siembra con alrededor de 28 000 hectáreas, en Durango, 12 000 en Zacatecas, 18 000 en Guanajuato y en menos cantidades en los estados de Querétaro, Tlaxcala, Oaxaca Chiapas, Chihuahua, etc. (Robles, 1980).

México posee aproximadamente un millón de hectáreas consideradas de temporal deficiente con precipitación media anual a bajo de los 450 mm, con temperaturas bajas durante la etapa de crecimiento por lo tanto, dadas las características del cultivo se considera como una buena alternativa para esas zonas consideradas marginadas agrícola-mente (Guzmán *et al*, 1987).

En México el girasol se cultiva en diferentes estados: Aguascalientes, Campeche, Chihuahua, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Querétaro, Quintana Roo, S.L.P., Sonora, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas y en menos escala en los estados de Nuevo León y Coahuila (Robles, 1980; SAGAR, 1994) (Figura III.2).

Se cultiva en México en una escala mínima el cultivo del girasol, sin embargo, si el productor sembrara este producto se encontraría con que este cultivo se da muy bien y se reportaría en beneficio económico de inmediato (CONASUPO, 1977).

El girasol ocupa el tercer lugar de los cultivos oleaginosos a nivel nacional en área sembrada, ocupando el cártamo el primer lugar y la soya el segundo respectivamente.

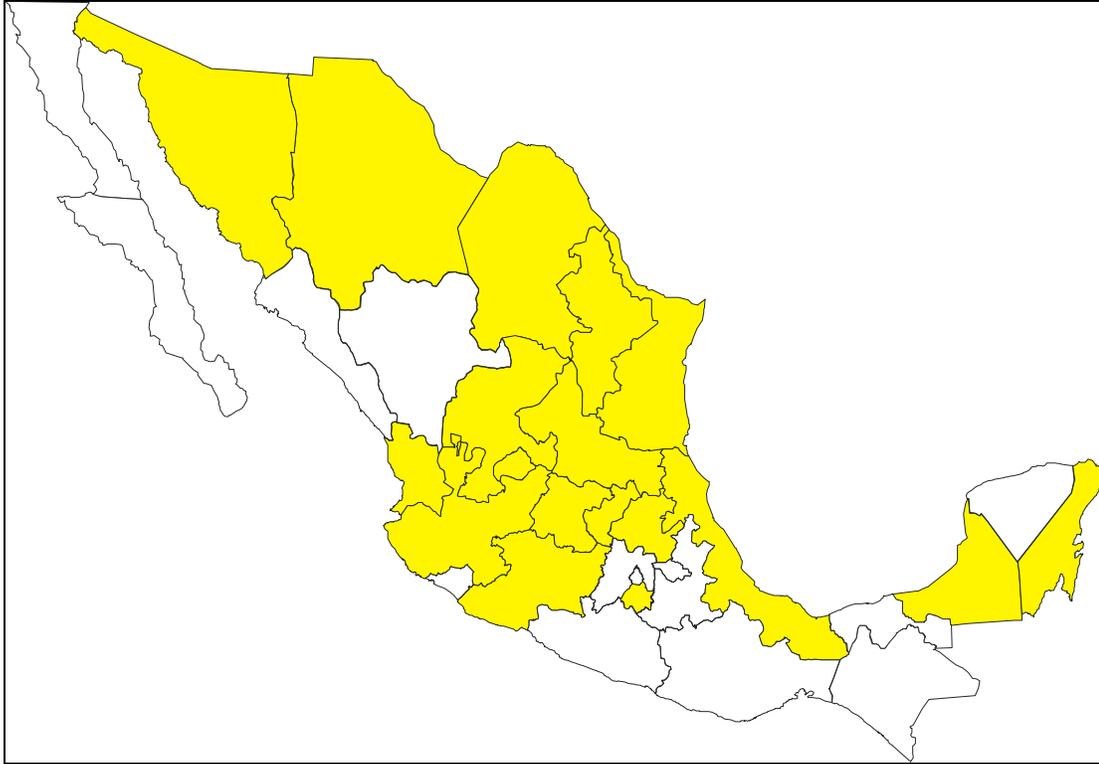


Figura III.2. Estados de la República Mexicana donde se siembra girasol (Robles, 1982; SAGAR, 1994).

Semelczí (1970) mostró interés en el girasol para aceite en Hungría paralelamente el desarrollo temprano en Rusia, varios autores a los cuales él cita mencionan esta planta en la última década del siglo XVIII. Barow Liliew en Ercsi, hizo el primer esfuerzo para cultivarlo en 1812, este mismo autor muestra que existió un uso temprano para su aceite en 1794 en Transilvania ahora una porción de Rumania se ha seguido la evolución de este cultivo en algunos detalles principalmente en competencia con la colza o mostaza y existen datos que el girasol ha demostrado ser superior en suelos de tipo arenoso, para el final del siglo el girasol fue el cultivo primario oleaginoso en Hungría y empezó a ser exportado al oeste y noreste europeo así como a los Estados Unidos. Rusia fue el único país con gran producción al principio del siglo XX.

Severín (1935) muestra que el área sembrada en Rusia se incrementa 0.9 décimas de millones de hectáreas en 1915 con un rendimiento de 377 kg/ha. y estableciéndose con diferentes variedades de semillas dieron el mismo rendimiento con el dato antes mencionado. Una variedad pequeña bien proporcionada con vaina alrededor de la semilla fue utilizada para la extracción del aceite comestible.

El porcentaje de aceite en esta semilla varía entre 20 y 30%, la otra variedad de semilla fue para consumo humano directo. Fue grande el espesor de la semilla y el peso de la vaina y el porcentaje de aceite varía de sólo 15 a 20%.

La producción del girasol se ha incrementado gradualmente en las últimas dos décadas en la URSS. La razón de incremento en otras partes de Europa ha sido gradual también, pero en algo que se lleva un paso muy rápido 1924. En algunos países ha ocurrido una dramática expansión. En la URSS fuera de ella la expansión es considerada para ser redituable a largo plazo derivado del impacto que tengan los nuevos programas en los campos de la URSS y de los porcentajes de aceite de sus semillas. Los cultivos se han extendido a otras partes de Europa así como sus cosechas.

Elizondo (1990) reporta en la zona centro de Tamaulipas existe la mayor cantidad de superficie sembrada donde en condiciones de temporal se siembra un promedio de 9, 903 has. un rendimiento medio de 505 kg/ha. en condiciones de riego se siembran 301 has. rendimiento de 630 kg/ha. normalmente la superficie que se siembra en este estado, corresponde a un 75% de la superficie total sembrada en el país.

En México el cultivo de girasol fue introducido en 1971 y se cultiva en los estados de Tamaulipas, Zacatecas, Guanajuato y Durango. Se considera una alternativa para las Zonas semiáridas, debido a su resistencia a la sequía y a las bajas temperaturas.

Uno de los principales problemas a los cuales se han enfrentado los agricultores de girasol en las diferentes regiones del país es la falta de variedades adaptadas a estas regiones (GIIO, 1989).

## IV. ESTADISTICA DE PRODUCCION

### IV.1. PRODUCCION A NIVEL MUNDIAL

En el cuadro 4.1.1 se observa para 1998 los principales países productores de semilla de girasol que pueden considerarse de mayor importancia el cual asciende a 9,045.139 toneladas sin embargo el 51.20 % de este tonelaje se obtiene en solo cinco países del mundo tales como: Argentina con 2,120.000 toneladas, Federación de Rusia 750,000 toneladas, Ucrania 680,000 toneladas, Francia 550,000 toneladas y Turquía con 531,567 toneladas respectivamente mencionando que de 9,045.139 toneladas 4,631.567 toneladas las producen los países ya citados. Aunque los países restantes no mencionados aportan 4,413.572 toneladas de la producción total no dejan de ser importantes; El país más productor de semilla de girasol es argentina con 23.43% del total mundial.

El cuadro 4.1.3. se mencionan los continentes por orden de producción, teniendo en primer termino a Europa con una producción de 49.59% del total mundial esto demuestra que esté continente produce casi la mitad de la producción del planeta, siguiendo América con un porcentaje de 29.08% obteniendo más de una cuarta parte del total de la producción, posteriormente Asia con 3.55% y finalmente Oceanía con 0.46%.

CUADRO 4.1.1 PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE GIRASOL EN EL MUNDO 1998

CONTINENTE Y PAIS	PRODUCCION Mt	PORCIENTO
<b><u>AFRICA</u></b>		
Argelia	25	0.0002
Angola	3,672	0.0405
Botswana	59	0.0006
Egipto	15,239	0.1684
Kenya	1,164	0.0128
Malawi	1,242	0.0137
Marruecos	52,706	0.5826
Mozambique	5,141	0.0568
Namibia	530	0.0058
Sudáfrica	220,000	2.4322
Sudán	5,634	0.0622
Tanzania	8,700	0.0961
Túnez	2,064	0.0228
Zambia	2,250	0.0248
Zimbabwe	3,330	0.0368
<b><u>AMERICA</u></b>		
México	46,900	0.5185
E.U.A.	362,000	4.0021
Argentina	2,120,000	23.4382
Bolivia	49,000	0.5417
Brasil	10,500	0.116
Chile	370	0.004
Colombia	20	0.0002
Paraguay	32,527	0.3596
Uruguay	6,316	0.0698
Venezuela	3,420	0.0378
<b><u>ASIA</u></b>		
Afganistán	3,914	0.0432
China	399,604	44.178
India	485,000	5.3619
Indonesia	2,290	0.0253
Irán	19,046	0.2105
Iraq	15,771	0.1743
Israel	9,520	0.1052
Japón	2,300	0.0254
Kazajstán	18,800	0.2078
Libano	81	0.0008
Malasia	2,082	0.023
Myanmar	31,946	0.3531
Pakistán	40,890	0.452
Siria	919	0.0101
Turquía	531,567	5.8768
<b><u>EUROPA</u></b>		
Albania	1,000	0.011
Austria	31,600	0.3493

Bélgica	199,100	2.2011
Bulgaria	138,000	1.5256
Croacia	16,500	0.1824
Checa, Rep.	17,300	0.1912
Dinamarca	2,904	0.0321
Finlandia	2,645	0.0292
Francia	550,000	6.0806
Alemania	277,000	3.0624
Grecia	27,916	0.3086
Hungría	218,000	2.4101
Italia	250,000	2.7639
Letonia	100	0.0011
Lituania	2,082	0.023
Macedonia, exRep. Yugoslavia	4,700	0.0519
Moldova Rep.	23,196	0.2564
Países bajos	241,100	2.6655
Noruega	2,280	0.0252
Polonia	6,665	0.0736
Portugal	104,000	1.1497
Fed. De Rusia	750,000	8.2917
Rumania	205,000	2.2664
Eslovaquia	12,969	0.1433
España	521,182	5.762
Suecia	5,109	0.0564
Reino Unido	83,500	0.9231
Ucrania	680,000	7.5178
Yugoslavia, Rep. Fed.	112,492	1.2436
<b><u>OCEANIA</u></b>		
Australia	42260	0.4672
<b><u>TOTAL MUNDIAL</u></b>	<b>9,045.139</b>	<b>100</b>

Cuadro 4.1.2. PRODUCCION DE GIRASOL POR CONTINENTES

CONTINENTE	PRODUCCION (MT)	PORCIENTO
América	2,631.05	29.08
Africa	321.76	3.55
Asia	1,563.73	17.28
Europa	4,486.34	49.59
Oceanía	42.26	0.46
Total Mundial	9,045.14	100

CUADRO 4.1.3 PRODUCCION POR ORDEN DE CONTINENTE

CONTINENTE	PORCIENTO
Europa	49.59
América	29.00
Asia	17.28

Africa	3.55
Oceanía	0.46

Cuadro 4.1.4. PAISES PRODUCTORES DE GIRASOL POR ORDEN DE IMPORTANCIA

PAIS	PORCIENTO
Argentina	23.43
Fed. de Rusia	8.29
Ucrania	7.51
Francia	6.08
Turquía	5.87
España	5.76
India	5.36
China	4.41
E.U.A.	4.00
Alemania	3.06
Italia	2.76
Países bajos	2.66

#### IV.2 PRODUCCION A NIVEL NACIONAL

México realizó la mayor siembra en superficie en 1971 ya que sembró alrededor de 60,000 has, las principales entidades donde se sembró fueron en Durango, Zacatecas, Guanajuato, y Tamaulipas y en menor escala en Querétaro Tlaxcala, Chiapas, Chihuahua y Coahuila.

En esa fecha en regiones de temporal, se tuvo un rendimiento promedio de 600 Kilogramos por has., a nivel nacional esto ocasionó que una gran cantidad de agricultores y ejidatarios que tuvieron rendimientos mínimos definitivamente ya no sembraron girasol en los próximos años, la baja de rendimientos promedio por ha. Se debió a diversos factores tales como: mala precipitación pluvial, además las variedades sembradas (Peredovik y

Vniimk) no habían sido lo suficientemente experimentados en la zona donde se sembraron (CONASUPO, 1977).

El girasol ( *Helianthus annuus* L.) como cultivo, es de reciente introducción en México, sin embargo la relación diferencial entre la escala oferta y la exagerada demanda, está demostrando la importancia de incrementar el área de cultivo, considerando primordialmente sus características relevantes como la calidad y el contenido de sus aceites y proteínas. Rusticidad, bajo requerimiento de humedad, tolerancia a sales y bajas y altas temperaturas, por lo que su cultivo a gran escala presenta una alternativa positiva para disminuir deficiencias en la producción de aceite comestible, disminuyendo su importación y consecuentemente la fuga de divisas (Ortegón, 1993).

México es un país que necesita producir más aceites de origen vegetal a fin de satisfacer sus necesidades originadas principalmente por el incremento de su población. La demanda de aceite comestible es muy superior a la calidad que produce el país actualmente, por esto es necesario aumentar nuestra producción anual, esto trae como consecuencia la necesidad urgente de realizar trabajos de investigación sobre plantas productoras de aceite vegetal que permitan un lapso relativamente corto, llegar a satisfacer la demanda urgente que tenemos actualmente. Con estos antecedentes, podemos decir que uno de los cultivos más productores y con relativa fácil adaptación al noreste de México es el girasol pero a pesar de la enorme importancia comercial que pueda tener en México, no ha sido explotado la producción de esta especie.

En el año de 1994 la superficie sembrada fue de 753 ha. y se cosecharon 585 ha. los estados de Tamaulipas y Campeche contribuyeron con un 95.48% de la producción nacional, de los seis estados que sembraron el girasol, ocupando un orden jerárquica como están citados: aportando Tamaulipas el 62.95% , Campeche el 32.53%, Morelos 2.66% Nayarit con 1.33, Jalisco 0.40% y finalmente Sonora 0.13% Cuadro 4.2.1. Es importante mencionar que existen una diferencia de 168 has. entre la superficie sembrada y la cosechada, lo que es equivalente a una pérdida de un 22.3% ocasionada por múltiples factores como pueden ser climáticos, oportunidad de cosechar, plagas y enfermedades.

En el ciclo de otoño-invierno de 1993-1994, se sembraron 732 has. y se cosecharon 565 has. lo cual representa una diferencia de 167 has. equivalente al 22.8% ocasionadas por diferentes causas.

En este mismo año los estados que más contribuyeron en la producción de girasol fueron: Campeche, Tamaulipas, y Nayarit, con 735 ton. con un 71.29% posteriormente 248 ton, con 24.05% y finalmente 18 ton. con 1.75% respectivamente. Con un 97.09%, se hizo notar el estado de campeche como el primer productor de semilla de girasol en el ciclo otoño-invierno (Cuadro 4.2.1).

En el ciclo primavera-verano 1994-1994. (Cuadro 4.2.2) los estados que sembraron girasol fueron Morelos y Sonora con 20 y 1 has. en el estado de Morelos por ser poca superficie de siembra hubo poca perdida y en la producción 30 ton. de semilla de está especie.

El objetivo principal de mayor importancia es de mejorar variedades de material genético de girasol seleccionando germoplasma con características deseables y alto rendimiento de grano y calidad de aceite, para regiones de zonas temporaleras ya que pueden ser una

alternativa para regiones de escasas precipitaciones pluviales. En años recientes ha surgido una gran demanda tanto internacional como nacional por los aceites de origen vegetal para consumo humano. Unos de los problemas más graves que se enfrenta nuestro país es que la mayoría de sus áreas de cultivo son de temporal, por lo que es necesario enfocar nuestra atención hacia esta especie oleaginosa que se puede adaptar a tales condiciones y a la vez tengan alto rendimiento y en pocos años nuestro país pueda ser autosuficiente en esta especie.

Cuadro 4.2.1.

PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE GIRASOL EN MEXICO (1994)

	Sup. Sem. Ha.	Contri en %	Sup. Cos. Ha.	Contri %	Rend. Ton/Ha.	Ind. Pro M=100	Pro. Ton.	Contri %
Campeche	245	32.53	245	41.88	3,000	170.3	737	1.29
Jalisco	3 0.	0.4						
Morelos	20	2.66	20	3.42	1,500	85.1	30	2.91
Nayarit	10	1.33	10	1.71	1,800	102.2		
Sonora	1	0.13					18	1.75
Tamps.	474	62.95	310	52.99	0.8	45.4	248	24.05
Total	753	100	585	100	1,762	M=100	1,031	100

Fuente: SAGAR 1994 .

Cuadro: 4.2.2. Cultivo: Girasol Año Agrícola 1994

ESTADO	Superficie sembrada (Miles ha)			Superficie Cosechada (Miles ha)			Producción (Miles Ton)		
	Riego	Temp.	Total	Riego	Temp.	Total	Riego	Temp.	Total
Campeche	245		245	245		245	735		735
Jalisco	3		3						
Morelos	1	19	20	1	19	20	3	27	30
Nayarit	10		10	10		10			
Sonora	1		1				18		18
Tamps.	10	464	474	10	300	310	8	240	248
Total	270	483	753	266	319	585	764	267	1,031

Fuente: Dirección general de información agropecuaria, forestal y de fauna silvestre SAGAR.

Cultivo: Girasol Año Agrícola 1994

ESTADO	Rendimiento (Ton./Ha.)			Precio Medio Rural (N\$ Ton)		
	Riego	Temp	Total	Riego	Temp	Total
Campeche	3,000		3,000	1,000.00		1,000.00
Jalisco						
Morelos	3,000	1,421	1,500	2,000.00	2,000.00	2,000.00
Nayarit	1,800		1,800	3,500.00		3,500.00
Sonora						
Tamps.	0.8	0.8	0.8	750	750	750
Total	2,872	0.837	1,762	1,060.21	876.4	1,012.61

## V. CLASIFICACIÓN TAXONOMICA DEL GIRASOL

Reino Vegetal

División Tracheophyta

Sub-división Pteropsida

Clase Angiosperma

Sub-clase Dicotiledoneas

Orden Synandreae

Familia Compositae

Sub-familia Tubiflorae

Tribu Heliantheae

Especie *annuus*

Género *Helianthus*

Nombre científico *Helianthus annuus*

Aún cuando no se tiene la completa seguridad, se cree que *H. annuus* procede de la cruce de *H. debilis* por *H. lenticularis*, de donde se origina la variedad botánica macrocarpus donde se han formado las variedades e híbridos que actualmente se siembra comercialmente. En las colecciones botánicas para estudios taxonómicos y en los bancos de germoplasma de girasol de diversos países, se ha llegado a la conclusión de que del género *Helianthus* existen alrededor de 67 especies silvestres, la mayor parte de ellas de

comportamiento perenne y en muy pocas de comportamiento anual. Se ha encontrado gran variabilidad en la respuesta al fotoperiodo según la procedencia geográfica de esas especies. A continuación se menciona una lista de algunas especies con su número cromosómico diploide y algunas otras especies a las que no se les ha determinado el número cromosómico correspondiente: *annuus* 34, *decapetalus* 68, *californicus* 34, *latiflorus* 34, *grosseserratus* 34, *argirophyllus* 34, *maximiliani* 34, *scaberrimus* 64 ó 102, *rigidus* 102, *tuberosus* 102, *angustifolius*, *mollis*, *atrorubens*, *oryalis* y otras. En cruces interespecíficas se puede tener o no tener compatibilidad y en algunos casos se requiere del cultivo de embriones o de técnicas sofisticadas (Robles, 1982).

Según Cronquist (1981) el sistema tradicional de la clasificación taxonómica del girasol es:

Reino Metaphyta

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Orden Asteracea

Familia Asteraceae

Tribu Heliantheae

Genero *Helianthus*

Especie *annuus*

Villarreal Q., (2000) menciona que la clasificación taxonómica del girasol citada por Cronquist es la que actualmente se utiliza, que es la tradicional ya que forma un sistema filogenético apegado a la normatividad de la taxonomía vegetal. La clasificación citada por Robles es la antigua que es menos utilizada por algunos autores.

## VI. DESCRIPCION BOTANICA

Alba-Llanos (1990) mencionan que las variedades de girasol cultivado en todo el mundo son el resultado de un largo proceso de adaptación a distintos medios ambientales en clima, suelo y de selección dirigida a obtener plantas más productoras de aceite. Su morfología se relaciona con el comportamiento productivo de la planta, el cual se manifiesta en forma diferente según el medio ambiente y las técnicas de cultivo utilizadas. El girasol cultivado (*Helianthus annuus* L.) es una planta poco frecuente. Esta es dirigida por todas las plantas cultivadas por el único tallo llamativo, inflorescencia larga, características cuantitativas, semejantes como altura, dimensión de la cabeza, tamaño del aquenio y tiempo de maduración y de cambio magnifico, esas características determinan que algunos de los usos de la planta es una fuente comestible de aceite, en alimento para la gente y el ganado, también se utiliza su follaje como abono para mejoras de la tierra.

El girasol es una planta anual con las siguientes características morfológicas: (Fig. V1.1)

### V1.1

- (1) Raíz. en el estadio cotiledonal, tiene de 4 a 8 cm. de largo. En la fase cuando tiene de 4 a 5 pares de hojas, alcanza una profundidad de 50 a 70 cm. Su máximo crecimiento ocurre al tiempo de la floración. Del cuello de la planta y algo más abajo se origina un gran número de raíces laterales. Algunas de ellas crecen horizontalmente, de 10 a 40 cm. partiendo de la raíz principal. Luego, penetran en el suelo, formando numerosas raicillas. Al comienzo de su desarrollo, la raíz principal crece más rápidamente que la parte aérea de la planta,

normalmente la longitud de la raíz sobrepasa la altura del tallo. La profundidad en la cual se desarrolla la red, depende de las condiciones climáticas: si hay sequía el desarrollo es más profundo, si hay humedad se acercan a la superficie del suelo. También de acuerdo con la textura del suelo puede penetrar a mayor o menor profundidad (Vranceanu, 1976; Cárter, 1978; Putt, 1940; S.E.P., 1987).

#### V1.2

- (2) Tallo. Es único tallo llamativo, vigoroso, ondulado y de superficie vellosa, simple, áspero, fisuloso o hueco (pero relleno de tejidos acuoso y esponjoso que desaparece al madurar). Puede alcanzar una longitud de 0.60 a 2.5 m, dependiendo de la variedad. En algunas de ellas, es erecto y, en otras, se inclina en su parte terminal, debajo de la cabezuela. En variedades para aceite, se prefiere tallos no ramificados (Robles, 1980; Saumell, 1976; S.E.P., 1987; y Alba-Llanos, 1990).

#### V1.3

- (3) Hojas. Son de gran tamaño, acorazonadas, con bordes dentados y con pecíolo largo. Las hojas de las dos o tres primeros pares de la base de tallo son opuestas y las demás, alternas. Su número varía entre 12 y 40. El color puede variar de verde oscuro a verde amarillento. Las hojas de un girasol corriente transpiran en un día tanta agua como la que suda un hombre y que estas plantas tienen inclusive un sentido de orientación. Los cazadores y exploradores fronterizos de las praderas del valle de Misisipi descubrieron un girasol, el *Silphium laciniatus* cuyas hojas indican con toda exactitud los puntos de la brújula (Tompkins y Bird, 1974; Guerrero, 1977 y S.E.P., 1987).

#### V1.4

(4) Inflorescencia. (Capítulo): es un disco de 10 a 40 cm. de diámetro (según variedades y condiciones de cultivo). El receptáculo floral o capítulo puede tener su superficie de forma plana, está cubiertas de hojitas en forma de escamas. Está formado por un tejido de naturaleza esponjosa en el que se insertan las flores, que en número entre 700 y 3.000 (en variedades para aceite), y hasta 6.000 o más en variedades de consumo directo, nacen sobre su cara superior. Son amarillos y se encuentran protegidos por un involucre de varias hileras de brácteas (Ruiz, 1950 , S.E.P, 1987 y Nieto, 1987).

#### V1.5

(5) Flores liguladas o radiadas. Son grandes y están dispuestas radialmente formando lo que aparentemente corresponde a la corola de una flor única y Son asexuales, en numero de 30 a 70, dispuestas radialmente en una o dos filas. Las lígulas tienen de 6 a 10 cm. de longitud y 2 a 3 cm. de ancho. Su color varia entre amarillo dorado, amarillo claro o amarillo anaranjado (S.E.P., 1987; Ruiz, 1950 y Putt, 1940).

#### V1.6

(6) Flores tubulares o de disco. Son hermafroditas y producen la semillas. Están dispuestas en arcos espirales que se originan en el centro del disco y algunas flores de disco también son liguladas. Están separadas entre ellas por la palea que tiene de 2 a 3 lóbulos amarillos verdosos. Durante el estado de brote, el óvulo más largo está doblado hacia el centro de la cabeza, actuando de esta manera como protector del tubo en vías de desarrollo. En la madurez, las paleas se ponen duras y aristas, formando una estructura alveolar que mantiene las semillas en el capítulo (Gadea, 1969; S.E.P., 1987; Ortegón, 1993).

## V1.7

- (7) Fruto y semilla. El fruto es un aquenio que contiene una sola semilla, con el pericarpio estrechamente pegado a ella. La semilla es de forma alargada, angosta en su base y comprimida. Su color puede ser blanco, marrón, negro o, a menudo, oscuro con bandas blancas. Botánicamente el fruto de girasol es seco indehiscente se le llama aquenio y está compuesto por pericarpio y semilla. Comúnmente se le denomina semilla o grano que mide entre 4 y 6 mm. de ancho por 8 a 12 mm. de largo, un fruto de girasol contiene sobre base seca entre 40 y 50% de materia grasa (en las variedades nuevas aún más) (S.E.P, 1987; Ortegón, 1993; Saumell, 1976 y Aguirre, 1974).

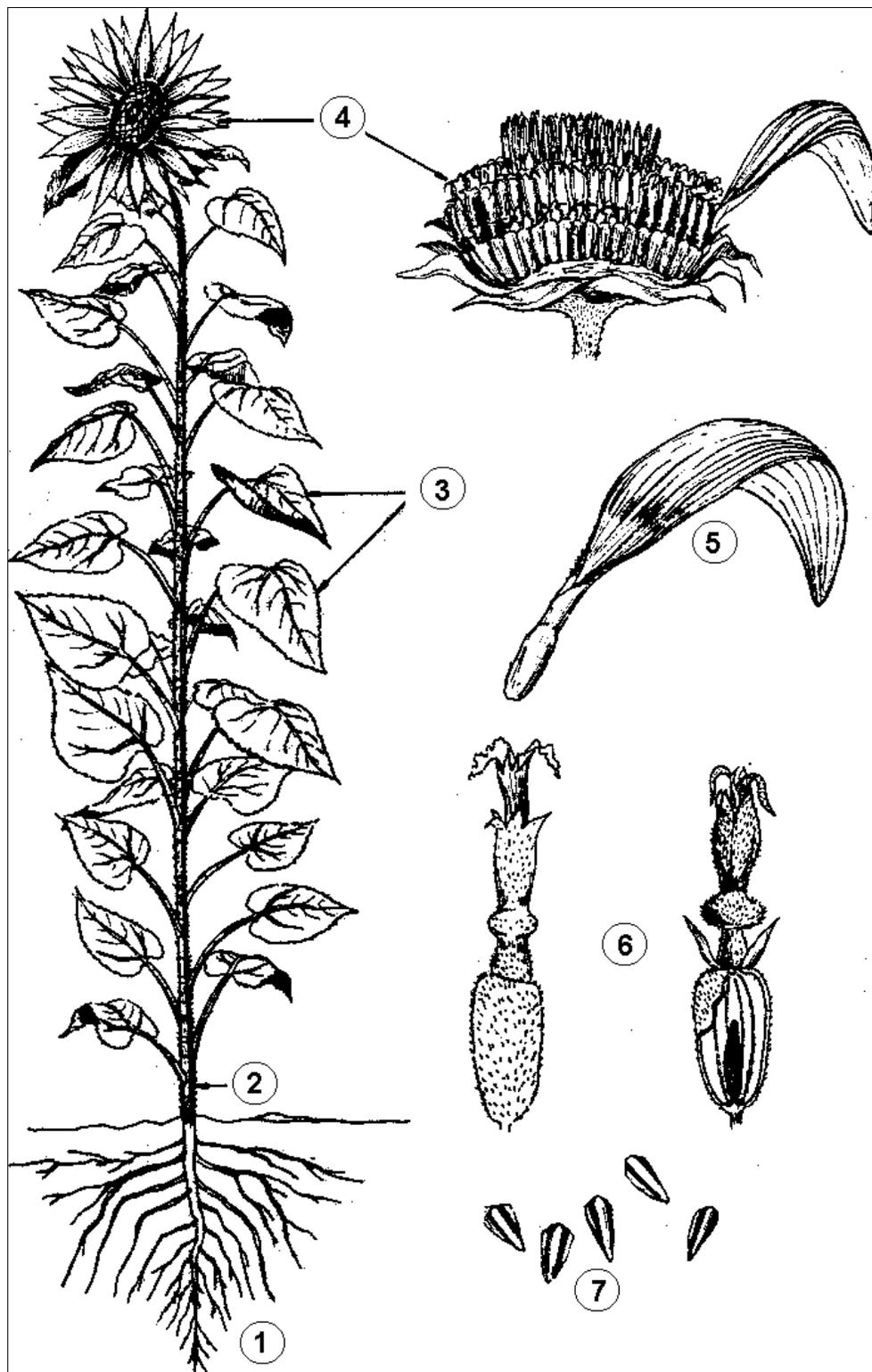


Figura VI.1 Características morfológicas de la planta de girasol: 1. Raíz, 2. Tallo, 3. Hoja, 4. Inflorescencia, 5. Flores liguladas o radiadas, 6. Flores tubulares o de disco, 7. Fruto y semillas

## VII.- ASPECTOS FISIOLÓGICOS

Alba-Llanos (1990) aseveran que una planta de girasol ha alcanzado la madurez fisiológica, cuando ha terminado el proceso de llenado del grano y ya no puede producirse aumento en el peso seco de la semilla. Por lo tanto ya no cabe esperar incremento en el rendimiento de la cosecha.

Bajo condiciones normales, la humedad en el momento de la madurez fisiológica es aproximadamente de un 30%, y ya sólo hay que esperar a que la semilla pierda parte del agua que contiene hasta quedarse con la humedad apropiada para su recolección, la duración del ciclo nacimiento-madurez fisiológica solo está parcialmente relacionada con el rendimiento de cosecha. En realidad los factores que más influencia positiva tienen sobre el rendimiento son el número de días transcurridos entre la floración y la madurez fisiológica y la conservación de la máxima superficie foliar verde.

Para la determinación del momento en que el girasol alcanza la madurez fisiológica puede servir las normas siguientes:

- Cuando un 10% de las cabezas (capítulos) de la plantación se vuelve de color marrón.
- Se tornan de color marrón las bracteos del borde exterior de las cabezas.
- Cuando los restos de las florecillas que quedan pegadas en el extremo de las pipas caen por si solas.

## VII.1 PERIODO DE DESARROLLO VEGETATIVO

El período de vegetación juega un papel importante al determinar las producciones de semillas y de aceite de girasol, debido a la correlación general que existe entre los períodos largos de vegetación y la capacidad de producción.

Carter (1978) menciona en función del período y de las características climáticas, hay que establecer el tipo más adecuado, capaz de asegurar las mayores producciones de semillas y aceite en condiciones dadas.

En Canadá, donde el factor limitativo es la longitud del período de cultivo, siendo el período libre de heladas generalmente de cien días, la siembra precoz es una condición obligatoria.

En Africa del sur las mayores producciones se deben a las especies semitardías o tardías, con un período de vegetación de cuatro meses o más (Ladaverde , 1942).

## VII.2 LLENADO DEL GRANO

El número y tamaño final de los aquenios plenamente desarrollados pueden verse afectados por alteraciones en los procesos de fotosíntesis, traslocación de sustancias y elongación del capítulo como consecuencia del estrés hídrico. Si el estrés no es muy severo puede afectar solo al proceso de expansión del capítulo.

La fase termina al finalizar el llenado de la semilla cuyo peso ya no puede aumentar en el futuro. La humedad de la semilla cuyo peso seco en el estado de madurez fisiológica es de 30% aproximadamente.

Las semillas varían en tamaño, por ejemplo, el girasol silvestre de la especie *Helianthus annuus*, sus semillas son pequeñas, con alto porcentaje de cáscara, bajo porcentaje de aceite y con fitomelanina generalmente. Las variedades cultivadas son de semilla de más o menos 1 cm. de longitud, variando en su color pudiendo ser desde el negro intenso pasando por todas las tonalidades de gris y hasta blanco con o sin rayas (Robles, 1980).

El fruto es un aquenio que contiene una sola semilla con el pericarpio estrechamente pegado a ella. La semilla es de forma alargada, angosta en su base comprimida (S.E.P., 1984).

El fruto del girasol es un Aquenio cuyo tamaño puede estar entre 3 y 20 cm. de largo: 2 y 13 mm. de ancho: y 2.5 y 5 mm. de grueso (Alba-Llanos, 1990).

Es común que las semillas tengan un tamaño variable según la posición que tengan dentro del capítulo: las grandes se encuentran en la periferia y las más pequeñas en el centro.

El aquenio (semilla) mide alrededor de 4 a 6 mm. de ancho por 8 a 12 mm. de largo. El contenido de aceite oscila entre 40 y 55%, según la variedad y los efectos del ambiente donde se produce la semilla.

En todas las semillas la cubierta (cáscara) crece, aun cuando no hayan desarrollado el embrión. Es normal que las semillas vanas muestren una apariencia aplanada o abollada. Dentro de una comunidad, frecuentemente se encuentran capítulos cuya parte central no

presenta formación de semilla, y cuando llegan a la madurez se observan con apariencia de paja o basura; esta característica en híbridos, variedades y líneas mejoradas está determinada por dos factores: el carácter genético de la planta y su relación en condiciones climáticas adversas (Ortegón ,1993).

### VII.3 MADURACION

Puede durar entre 35 y 50 días. Esta fase comienza con el final de la floración y llega hasta el estado de madurez fisiológica. Durante esta etapa, el incremento de la materia seca de la planta es escasa. Se produce una redistribución de las semillas y a expensas de los tallos y hojas.

Durante esta fase se produce la síntesis y acumulación en las semillas de los ácidos grasos que determinan el contenido graso total de la cosecha. Una larga fase de maduración y la conservación de una amplia superficie foliar verde durante la misma, así como unas condiciones ambientales favorables, temperatura suave y disponibilidad de agua adecuada, resultan positivos para el rendimiento de la cosecha y elevado contenido de grasa.

Al tiempo de la madurez de la semilla, los capítulos toman un color marrón y su dorso un color amarillento. La humedad óptima que debe tener la semilla, para poder efectuar la recolección es de hasta 12% (S.E.P. ,1984).

## VII.4 DESARROLLO FENOLOGICO DEL GIRASOL

Las etapas fenológicas según Vranceanu (1977), son:

**1. Germinación y Emergencia.** Este período se caracteriza por unas necesidades especiales en cuanto a la temperatura. En función de la temperatura del suelo, profundidad de siembra, humedad y el oxígeno necesario, la duración de la fase se puede prologar de 5-15 días. Las variedades precoces germinan más rápido que las variedades tardías.

**2. Formación de las hojas.** Esta fase depende de la variedad, de las condiciones de nutrición, iluminación, temperatura y del abastecimiento de agua. Durante esta fase tiene lugar la diferenciación de los principales órganos vegetativos. Del meristemo terminal se forma el tallo con los primordios foliares, después del cual el cono de desarrollo aumenta de diámetro, resultando, tras su segmentación, el receptáculo de la inflorescencia.

**3. Diferenciación de los primordios del receptáculo.** En este período las plantas necesitan un buen abastecimiento de agua y luz. La formación de receptáculos grandes, con un gran número de emergencia florales.

**4. Crecimiento Activo.** Se caracteriza por idénticas necesidades con respecto a los factores de desarrollo, temperatura, luz y agua. En esta época, la dinámica del

crecimiento en altura del tallo y desarrollo de la superficie foliar tiene el más intenso ritmo, alcanzando el máximo en las últimas dos semanas de la floración.

**5. Floración.** Se lleva a cabo por la apertura del involucre de hojas del capítulo, después de la cual aparecen la primera fila de flores liguladas. Unos días después comienza la aparición de las flores tubulosas, después el borde hacia el centro del capítulo. En las formas cultivadas un capítulo florece durante 6-11 días. Durante la fase de floración, el girasol necesita humedad relativa del aire alta, y temperaturas moderadas.

**6. Formación de la semilla y acumulación del aceite.** Está constituida por dos fases distintas, cuya duración depende en gran medida de las condiciones de temperatura y de abastecimiento de agua. En la primera fase, paralelamente con la formación y desarrollo de las semillas, tiene lugar la acumulación intensa del aceite y la estabilización del mismo, hasta el final de la fase.

**7. Llenado del grano y Conservación de su tamaño Definitivo.** En la segunda etapa se intensifica el proceso del llenado, aumentando el peso y el tamaño de las semillas, mientras el contenido relativo de aceite permanece aproximadamente al mismo nivel.

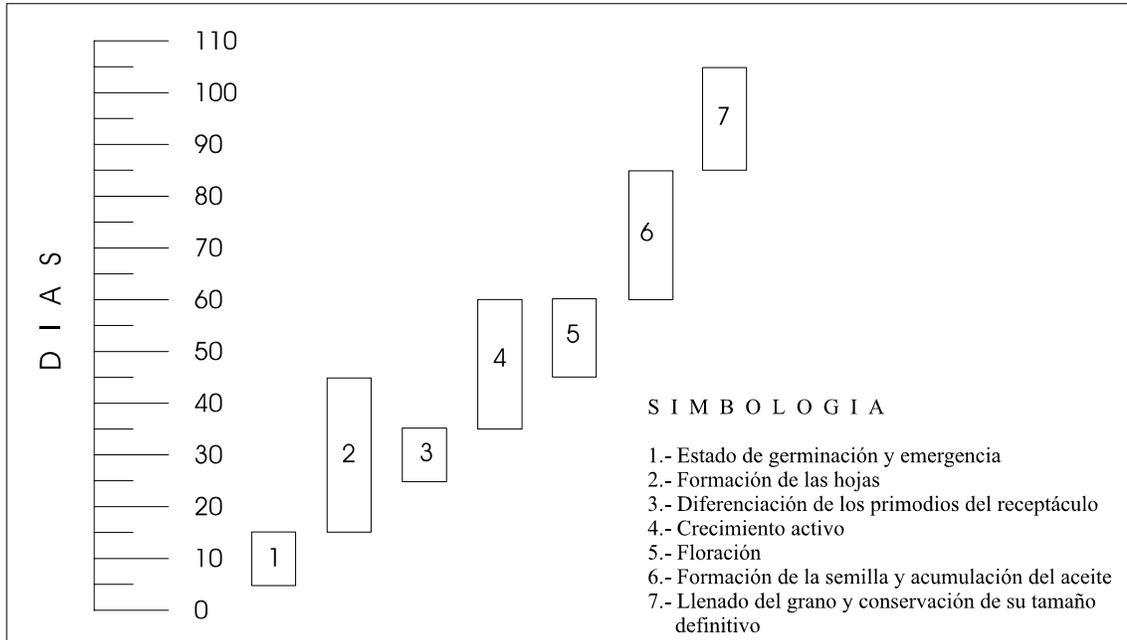


Figura 7.4-1 Etapas del desarrollo fenológico del girasol (Vranceanu, 1977)

Cuadro 7.4.1. Etapas fenológicas del cultivo de Girasol, desde emergencia hasta período de cosecha, según el... CETIOM, INRA, (1986):

Código CETIOM	Descripción del Estadio	Descripción de la parcela	Nombre del Estadio
A	Emergencia		
Ao.	Germinación		
Ao.1	Grano Seco		
Ao.3	Inicio de la inhibición del grano		
Ao.5	Salida de la raíz fuera del grano.		
Ao.7	Largo del tallo, es aprox. la mitad de éste del grano		
Ao.9	Tallo es dos veces, el largo del grano		
A1	Aparición del hipocotilo en cruz.		
A2	Emergencia de los Cotiledones y hojas Visibles		
B1-B2	Primer par de hojas opuestas aparecen entre los cotiledones y tienen aprox. 4 cm. De largo. Pecíolos son visibles.		
B3-B4	Segundo par de hojas opuestas aparecen y tienen 4 cm. de largo. Pecíolos visibles		
B5	Quinta hoja con 4 cm. De largo y pecíolo visible.		
B11-B12	Onceava hoja con 4 cm de largo.		
B13-B14	La terceava hoja tiene 4 cm. de largo, los pecíolos son visibles en la parte superior.		Fase Vegetativa
B15-B16	La quinceava hoja tiene 4 cm. de largo, los pecíolos son		

B16-B18	visibles en la parte superior. Diecisieteava hoja con 4 cm de largo, pecíolos visibles en la parte superior.		
Bn.	La n hoja tiene 4 cm. de largo y su pecíolo es visible.		
E1	Aparición del botón floral Verticalmente insertado en medio de las hojas jóvenes.		botón botón Floral
E2	El botón se separa de la corona foliar. Las brácteas se distinguen netamente de las hojas. Su diámetro varía entre 0.5 y 2 cm. de largo		
E3	El botón se separa de la última hoja, su diámetro varía entre 3 y 5 cm.		
E4	el botón está netamente separado de las hojas, su diámetro varía de 5 a 8 cm.		
E5	El botón está aún cerrado, las flores liguladas son visibles entre las brácteas.		
F1	El botón floral se inclina, Las flores liguladas son Perpendiculares al plato		
F2	Los tres círculos de Florones los más externos Tienen sus anteras visibles y extendidas. Los estigmas no son visibles.		
F3.2	Los tres círculos de los Florones, los más externos tienen sus anteras visibles y extendidas y sus estigmas desarrollados. Los tres círculos siguientes tienen sus anteras visibles y desarrolladas.		
F3.5	Los tres círculos de Florones los más externos han sido fecundados. Los tres círculos siguientes tienen sus anteras y sus estigmas visibles y extendidas, los tres círculos siguientes tienen sus anteras visibles y extendidas. Los aquenios de la periferia son grises.		
F4	Los florones han floreado. Las flores liguladas se marchitan. Los aquenios ennegrecen y su tegumento endurece.	Fin de floración	
Mo	Caidas de las flores liguladas. El envés del capítulo está todavía verde.	Inicio de maduración	Llenado de grano
M1.1	El envés del capítulo es verde limón a verde amarillo. Las brácteas son verdes. La humedad del grano es aproximadamente de 50%.		
M1.2	El envés del capítulo es amarillo pálido. Las brácteas son amarillas. La humedad del grano es aprox. de 40%		
M1.3	El envés del capítulo es amarillo; Las brácteas son de color café (la humedad del grano es cercano al 30%). Los tejidos del capítulo tienen al menos 80% de humedad.		
M2	El envés del capítulo es amarillo. Las brácteas son $\frac{3}{4}$ partes cafés. La humedad del grano es Aprox. de 20-25%		
M3	El envés del capítulo es café. Las brácteas son cafés. El tallo se seca. La humedad del grano es aprox. De 15%.	Madurez fisiológica	
M4	Todos los órganos de la planta Son café fuerte. La humedad del grano es 10%	Submaduración	Periodo de cosecha

## VIII. ASPECTOS ECOLOGICOS

Haciendo mención de temperatura, fotoperíodo, latitud, altitud y la humedad ambiental ya sea de riego o de precipitación pluvial son factores que influyen en el desarrollo del cultivo que vienen a determinar el rendimiento y la calidad de la cosecha final.

El girasol como todas las especies cultivadas, requieren de condiciones ecológicas óptimas. Las áreas o países más productores de girasol se encuentran situados entre los 45° de latitud norte y 35° latitud sur entre estas dos latitudes se pasa por la región Ecuatorial y muy próxima a los trópicos de cáncer y capricornio.

La altitud es otra de las condiciones determinantes para el establecimiento del girasol, pudiéndose sembrar desde el nivel del mar hasta 500 ó 1000 metros de altitud que es donde se obtiene las mayores rendimientos, existen regiones en donde se puede sembrar aún a 2,500 metros de altitud.

La semilla de girasol para la siembra, la temperatura óptima en el suelo es de 8 a 10°C por debajo de 4°C no llega a germinar y , como mínimo necesita más de 5°C durante 24 horas para iniciar la germinación. La planta en estado de cotiledón pueden resistir heladas con temperaturas de hasta 4°C durante cortos periodos, las heladas en plantaciones jóvenes pueden dañar la yema terminal y producir efectos negativos, entre las que destacan la ramificaciones del tallo con la aparición de varios capítulos. El

girasol se adapta a un amplio margen de temperaturas, que van desde 25-30 a 13-17°C. En este último caso la floración y la maduración sufren un retraso. El margen óptimo de temperatura está entre 21 y 24°C.

Durante la floración y el llenado del grano, las altas temperaturas pueden resultar muy perjudiciales y provocan una importante pérdida de producción final, tanto en peso como en contenido graso, así como un cambio en la composición en ácidos grasos del aceite que trae como consecuencia menos ácido linoleico más ácido oleico.

Saumell (1976) informa que el girasol es una planta propensa al calor, pues para su germinación y emergencia sin riesgo necesita una temperatura media diaria superior a 15°C; por ejemplo, bajo una temperatura media diaria superior a 19°C, la germinación y la emergencia pueden lograrse en menos de ocho días.

Vranceanu (1977) indica que el girasol se adapta a condiciones térmicas variadas, puesto que se desarrolla normalmente tanto a temperatura de 25 a 28°C como a temperaturas menores de 13 a 17°C; en este último caso, la floración y la maduración se demoran. Esto explica su adaptabilidad y la posibilidad de que el cultivo se de en distintas condiciones climáticas.

Se puede considerar que la temperatura media óptima para el girasol es de más o menos 20°C. Sin embargo, como se ha reportado, el girasol tiene resistencia a temperaturas próximas a 10°C, principalmente cuando la planta es chica. Las temperaturas máximas son alrededor de 40°C, pero si las temperaturas son mayores se pueden tener problemas con el aboramiento y esterilidad de los granos de polen y aún

pérdidas de receptividad de los estigmas, lo que puede mermar la producción por hectárea. (Robles ,1982).

El girasol es un cultivo que necesita de una gran diversidad de clima y suelo para cumplir sus funciones vegetales adecuadamente y poder sobrevivir. Entre todas estas posibilidades existe un valor óptimo para cada parámetro por evaluar, el cual está entre los límites máximo y mínimo de un intervalo, en especial para los factores mencionados. Para determinar dicho valor es necesario desarrollar una tecnología adecuada que permite el manejo del cultivo bajo diversas condiciones y así obtener una mejor respuesta (Ortegón ,1993).

#### VIII.I INFLUENCIA DEL FOTOPERIODO EN EL GIRASOL

El fotoperíodo (duración del día) acelera o retrasa el desarrollo del girasol durante la fase de formación de las hojas. La longitud del día durante el periodo de iniciación foliar, puede afectar el número de hojas o retrasar el momento de iniciación de las yemas florales. Muchas variedades de girasol pueden retrasar o adelantar hasta 15 días de la fecha de floración como respuesta al fotoperíodo. Cuando inicia la fase reproductiva (diferenciación del capítulo) la luz deja de tener influencia sobre la planta como factor fotoperiódico y empieza a tener importancia su intensidad y calidad, como factor determinante de rendimiento. El sombreado de una planta joven produce un alargamiento del tallo y una reducción de la superficie foliar. El sombreado de la planta después de la aparición del botón foliar puede reducir de forma importante el

rendimiento y el contenido graso. Una reducción de un 40% en la intensidad de la luz natural, puede producir una disminución de hasta un 60% del rendimiento.

Robles (1982) menciona que el fotoperíodo en el cultivo del girasol es una planta típicamente indiferente al número de horas luz pero las mejoras condiciones serán cuando se tengan de 12 a 14 horas luz.

La influencia de la duración del día varía en las diferentes etapas del desarrollo del cultivo. En la fase de la formación de las hojas, acelera o demora el ritmo de su crecimiento. Sin embargo, las diferencias en fechas de floración y en duración de ciertas fases del crecimiento, muchas veces atribuidas al fotoperíodo, comúnmente son más afectadas por la temperatura (SEP, 1984).

Alba-Llanos (1990) aseveran que la planta de girasol es un de las pocas especies cultivadas que no llegan a saturarse a altos niveles de intensidad de luz.

## IX. ASPECTOS AGRONOMICOS.

### IX.1. PREPARACION DEL TERRENO

El éxito del cultivo se basa en gran parte en la preparación del terreno para la siembra. Se recomienda efectuar un barbecho profundo inmediatamente después de la cosecha del cultivo anterior para airear el suelo. Se debe de dar uno o dos pasos de rastra con el fin de desmenuzar los terrones para facilitar la nacencia. Por ultimo, se debe nivelar el terreno para obtener una buena distribución del agua, y evitar problemas en el cultivo por falta o exceso de humedad (SEP, 1984).

Si se desea obtener el máximo de plántulas emergidas en relación a la semilla sembrada, debe prepararse el suelo en las mejores condiciones posibles y realizar la siembra en el momento oportuno. Es cierto que la semilla sembrada, si proviene de la ultima cosecha y fue almacenada o conservada en condiciones adecuadas, suele tener elevado poder germinativo y gran energía germinativa.

El día que el productor considere al girasol como una especie que requiere los mismos cuidados culturales que el maíz, por ejemplo, y comience a suministrarle un suelo bien preparado, fértil y con suficiente humedad almacenada, es probable que descubra al girasol como un muy buen cultivo para su explotación, capaz de brindar satisfacciones económicas no previstas.

No es admisible preparar mal un suelo y pensar que por ello habrá una falla de nacimiento, por ejemplo de 20 ó 30 % y entonces sembrar 2 ó 3 kg. Más de semilla por hectárea. La desuniformidad así obtenida, es decir la variable distancia de las plantas en un mismo surco, provocan distintos crecimientos, lográndose entonces un cultivo disparejo en altura, época de floración, época de cosecha etcétera (Saumell, 1976).

La labranza constituye la principal premisa para obtener cosechas grandes de girasol. A pesar del hecho de que en la literatura hay indicaciones sobre los efectos positivos de labores más profundas de 30 a 32 cm (Cárter, 1978).

Para que la planta de girasol obtenga una buena nacencia y un desarrollo adecuado se requiere una preparación buena del terreno, por lo que se recomienda las siguientes practicas:

a.- barbecho. Esta labor se hace antes que se establezca el temporal, a una profundidad de 30 cm. En donde el terreno lo permite: para aprovechar la humedad proveniente de las primeras lluvias.

b.- rastreo. Una vez efectuado el barbecho, se dan uno o dos pasos de rastra, según el estado del terreno, con la finalidad de desmenuzar los terrones y mullir la capa superficial del suelo.

c.- nivelación. Se debe de nivelar el terreno para que la superficie se encuentre uniforme y facilite una mejor distribución del agua (Corona, 1983).

Menciona que el barbecho a una profundidad de 30 cm. Y de uno a dos pasos de rastra para tener una buena cama para la siembra. Si es necesario nivelar para evitar exceso de humedad (Gallegos, 1972).

Preparación de la cama de siembra. Esto va depender de la textura del suelo y de otras condiciones ecológicas o edáficas de la localidad. Por ejemplo en suelos de textura ligera se recomienda un barbecho y un rastreo, si el suelo es de textura pesada un barbecho, un rastreo y enseguida otro rastreo en sentido contrario, nivelación si es necesario (Robles, 1982).

El girasol limpia el terreno de malas hierbas por las binas, que se les dan hasta que la planta alcanza un cierto desarrollo, y por la agresividad de la planta cuando ha llegado a este desarrollo. Como es planta de raíces profundas, es importante preparar el terreno con labores también profundas y es conveniente el empleo de subsolador .

Durante el invierno debe mantenerse el terreno limpio de malas hierbas, y al aproximarse la siembra se debe de dar gradeos ligeros, donde es muy frecuente emplear el vibrocultivador (Guerrero, 1981).

Los suelos apropiados para el desarrollo del girasol son: migajon-arenoso o migajon-arcilloso, planos y con buen drenaje, sin problemas de encharcamientos.

La adecuada preparación del terreno facilita distribución y el nacimiento uniforme de la semilla y el buen desarrollo de las raíces lo cual contribuirá a obtener altos rendimientos.

Las prácticas para una buena preparación son:

Barbecho. Se sugiere barbechar a una profundidad de 30 cm, con la finalidad romper y aflojar la capa arable y exponer al sol y a los pájaros las larvas y huevecillos de insectos presentes en el suelo. Además, con el barbecho se logra una buena porosidad en el terreno y, en consecuencia, mayor captación de agua.

Rastreo. Dos pasos de rastra son necesarios para dejar el paso libre de terrones. Es

aconsejable que el segundo paso de rastra sea en sentido perpendicular al primero.

Nivelación. Una buena nivelación evita encharcamientos en las partes bajas del terreno, y favorece la nacencia uniforme de la semilla. Esta práctica se puede realizar con un tablón pesado jalado por animales o por tractor (Cumplan, 1983).

## IX.2. SIEMBRA

Es sabido que la labor de sembrar, es una de las etapas más difíciles de ejecutar para lograr un buen cultivo. Existen productos que suelen delegar o encomendar a terceros todos los trabajos de un cultivo de girasol, a excepción de la siembra, la que suelen realizar personalmente por entender que de ella depende en gran parte el éxito final (Saumuell, 1976).

Castaños (1971) desde el punto de vista agronómico considera para que la siembra del girasol tenga éxito en regiones temporaleras, aparte del factor determinante, las precipitaciones, hay que tener cuidado; Los factores son los siguientes.

- Selección de suelos, que preferentemente deben ser profundos.
- Se debe sembrar la cantidad de semilla necesaria para tener densidades de poblaciones de cuando menos 60 mil plantas por hectárea.
- Seleccionar las áreas con mayor posibilidades de la presencia de fauna polinizadora o utilizando colmenas que aparte de asegurar las cosechas, proporcionan ingresos adicionales por la miel que producen.

- Se debe estar preparado y tener criterio suficiente para que el posible combate de plagas no interfiera con los procesos de polinización.
- Por último, resulta lógico que se siembre en las épocas apropiadas.

Corona (1983) recomienda para los meses de agosto y septiembre, en tierra húmeda que la semilla se deposite a 3 ó 5 centímetros de profundidad y a una distancia entre surcos y surco de 71 a 76 centímetros y entre planta y planta a 15 centímetros para obtener una población de 45 a 60 mil plantas por hectárea.

Cumpian (1983) se sugiere sembrar a 75 centímetros de separación entre surco y 25 centímetros entre plantas, depositando dos semillas por golpe, a una profundidad de 3 a 4 centímetros. Cuando las plantas tengan 20 centímetros de altura es necesario aclarar dejando sólo la planta más vigorosa.

La cantidad de semilla necesaria es de 4 kilos por hectárea, con un 85 por ciento de germinación.

### IX.3. METODO DE SIEMBRA

El método de siembra más recomendado según el autor es en surcos o lister, ya que en regiones con baja precipitación pluvial anual, debe depositarse la semilla en el fondo del surco, para que cuando se presenten las lluvias el agua se acumule en su mayor cantidad cerca y alrededor de la semilla. Si son regiones de temporal con

precipitaciones pluviales anuales mayores de 1000 mm, la siembra hay que hacerla en la parte superior de los bordes o en caso necesario hacer la siembra en cama meloneras para que la semilla no tenga exceso de agua y se tenga buena emergencia de las plantulas (Robles ,1982).

SEP (1983) menciona que la siembra debe coincidir con el establecimiento de las lluvias. La semilla debe quedar en una profundidad de 3 a 6 centímetros. Si se siembra a mano, se deposita en el surco una semilla cada 7 ó 10 centímetros. Si se siembra con una sembradora, se ajusta la maquina para que deposite dos semillas cada 25 centímetros. Para obtener una población de 40,000 plantas por hectárea, tomando en cuenta las perdidas durante la germinación y emergencia, se siembran entre 6 y 8 kilogramos por hectárea.

Robles (1982) y Ortegón (1993) concluyen que las fechas de siembra para girasol bajo riego, son entre marzo y abril para el norte y centro del estado de Tamaulipas. La siembra durante el mes de agosto para la segunda temporada de cultivo es la más adecuada. La siembra en la primera quincena de septiembre es más incierta. Las siembras de enero y febrero alcanzaron su ciclo vegetativo de 140 a 130 días; marzo y abril lo alcanzan de 113 a 100 días; mayo y junio de 95 a 89 días ; julio y agosto de 85 a 90 días. Las siembras durante el mes de junio y julio tienen menos posibilidades de darse a consecuencias de las altas temperaturas. El rendimiento de grano en híbridos, resulto mayor que las variedades de siembra de primavera (marzo-abril). En el ciclo de verano (agosto) esta diferencia fue mínima.

Las siembras en condiciones de secano (temporal), de la región central de Tamaulipas, se pueden prolongar hasta mayo y posteriormente en agosto.

En México, existe una diversidad de climas que permiten la siembra de girasol en diversas fechas. Los campos experimentales del instituto nacional de investigaciones forestales y agropecuarias proporcionan la información necesaria respecto a las fechas adecuadas de siembra para cada región.

En el norte de Tamaulipas se puede sembrar bajo riego o temporal del 15 de marzo al 30 de abril posteriormente en el mes de agosto. En Quintana Roo, con humedad residual, la fecha de siembra se establece en el mes de diciembre. En Sonora, Sinaloa y Baja California sur del 15 de noviembre al 30 de diciembre bajo riego o humedad residual.

Robles (1982) menciona la determinación de la fecha optima de siembra se obtuvieron los siguientes resultados : en el caso de girasol, para la región del norte de México y particularmente bajo las condiciones ecológicas de Apodaca, N. L., la mejor fecha de siembra que se determinó en un experimento sobre el particular fue del 15 de febrero al 15 de marzo. Antes del 15 de febrero se pueden tener riesgo con heladas tardías; siembras después del mes de marzo, traen por consecuencia un mayor daño de plagas, particularmente la palomilla del girasol. Las conclusiones son de resultados de una investigación asesorada por el autor :

#### Cuadro 1X.3.1

Fechas de siembra recomendadas para condiciones de riego y temporal (INIA)

<b>Estado o Región</b>	<b>Temporal</b>	<b>Riego</b>
Guanajuato	1 Jun - 15 Jul	15 Abr - 15 May
Zacatecas	1 Jun - 10 Jul	15 May - 1 Jun

Quintana Roo	Finales de Dic	Finales de Dic
Sonora	15 Nov - 30 Dic	15 Nov - 30 Dic
Sinaloa	15 Nov - 30 Dic	15 Nov - 30 Dic
Baja California Sur	15 Nov - 30 Dic	15 Nov - 30 Dic
Llanos de Durango	1 Jun - 10 Jul	
Texcoco, Edo. Mex.	Inicio Temp - 5 Jul	
Aguascalientes	20 May - 20 Jun	
Cd. Serdán e Ixcaquistla, Puebla	20 May - 20 Jun	
Jalisco (Centro-este)	Inicio Temp - 20 Jul	
Jalisco (Costa)		15 Nov - 15 Dic
Morelos		15 Nov - 30 Dic

#### IX.4. FERTILIZACIÓN

Composición y necesidades nutritivas del girasol.

El girasol en comparación con otros cultivos consume elevadas cantidades de nutrientes para producir cosechas rentables. Comparándolo con un trigo que produjera 3 mil kg/ha. de grano, un girasol, para producir 2 mil kg./ha. de semillas, necesitaría un 40% más de N, un 100% más de fosfórico ( $P_2O_5$ ) y 10 veces más de potasa ( $K_2O$ ), que aquel. Según Vebralov (1980) la distribución de los tres principios nutritivos principales (N,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) en las diferentes partes de la planta de girasol y la extracción que la planta realiza de los mismos en los suelos, para producir una cosecha de 2 mil kg./ha de semilla con el 10% de humedad sería como el que se presenta en el Cuadro IX.4.1

Cuadro IX.4.1. Distribución de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$  en diferentes partes de la planta de girasol (Vebralov, 1980).

Parte de la Planta	Materia seca		N		$P_2O_5$		$K_2O$	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Planta completa	5.402	100	82	100	60	100	145	100

Tallo, hojas y capítulo	2.879	53	31	38	9	15	10	7
Raíces	723		13	4	18	30	108	74
Semillas	1.8	33	48	59	33	55	27	19

Gadea (1969) menciona que se considera que el nitrógeno es indispensable al principio, para que se inicie un desarrollo vegetativo normal, aumentando los rendimientos. Aplicando una cantidad excesiva reduce la concentración de aceite.

Gallegos (1972) cita que si el temporal de una zona es mayor de 500 mm. Se recomienda aplicar 60 kilos de nitrógeno y 40 kilos de fósforo por hectárea al momento de la siembra.

La madurez acelerada del cultivo de girasol va a depender del fósforo, ya que favorece el que los granos tengan menos humedad, y es indispensable para que la planta en su comienzo tenga el vigor necesario. Tiene pequeños efectos en la concentración de aceite de la semilla y no influye en el incremento del rendimiento (Robles (1982).

#### IX.4.2. Elementos que requiere el girasol en su fase de desarrollo

Fase de desarrollo	% en la sustancia seca			%del contenido máximo		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
2 a 3 pares de hojas	3,83	0,81	5,83	100	100	100
Formación de la cabeza	2,57	0,62	3,99	67	77	69
floración	1,59	0,48	2,93	42	59	50

maduración-masa						
vegetativa	0,73	0,16	3,60	19	20	62
maduración semillas	2,90	1,45	1,20	—	—	—

A medida que aumenta la masa vegetativa disminuye el contenido relativo de nitrógeno, fósforo y potasio al madurar se registra el más reducido porcentaje de nitrógeno y fósforo, hecho explicado por la emigración de estos elementos de los órganos vegetativos a los reproductores. La madurar, el contenido de nitrógeno de las semillas es cuatro veces mayor. En cambio, el contenido de potasio en las semillas es tres veces menor que el de la masa vegetativa (Vrănceanu , 1977).

La dosis Fertilizante óptima va a ser según la región, sin embargo en forma muy general, se puede decir que con 80-80-0 ó con 120- 80-0 respectivamente de nitrógeno, de fósforo y de potasio por hectárea, se obtiene o habrá buena respuesta en la producción de grano o de forraje.

(Robles ,1982).

#### Fertilización en girasol (INIA)

CIAT	Río Bravo	Aplicar 80 kg de nitrógeno por ha.
CIAS	Valle de Culiacán	Aplicar 40 kg de nitrógeno por ha.
CIAS	Valles Fuerte y Carrizos	Aplicar 40 de nitrógeno por ha. Antes de Sembrar.
CIAMEC	Chapingo	Aplicar la dosis 60-40-0 al momento de la siembra.
CIAMEC	Tecamachalco	Aplicar la dosis 60-40-0 al momento de la siembra.

CIAB	Costa de jalisco	Aplicar la dosis 60-40-0, el cual se el cual se consigue con 293 kg. de sulfato de amonio o con 180 kg. de nitrato de amonio; cualquiera de estas Substancias debe mezclarse con 88 kg de Superfosfato triple de calcio. La mezcla total debe aplicarse al momento de la siembra
CIASE	Mixteca Oaxaqueña	Aplicar 300 kg de sulfato de amonio (20.5% de N.) y 130 kg. de superfosfato de calcio triple (45% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ).
CIANE	Valle de Guadiana	Aplicar la dosis 40-40-0 al momento de la Siembra.
CIANE	Calera	Fertilice en medio riego con la dosis 60-40-0 Aplicándola toda al momento de la siembra. En temporal aplique la dosis 40-40-0 al Momento de la siembra.

En el estado de Tamaulipas se menciona que gran parte de campesinos no utiliza fertilización por el gran costo de este producto, ni al inicio de la siembra, ni al finalizar el ciclo del cultivo del girasol. Aproximadamente el 80% del total de campesinos no utiliza, lo que va a suceder que entre 10 ó 15 años el cultivo de girasol va a en pobrecer la tierra, ya que este cultivo por poseer una raíz pivotante absorbe gran cantidad de sustancias nutritivas, que si no se le recupera la tierra no va a servir ni para sembrar otros cultivos, ya que estos nos obliga a realizar campañas para consientizar a los campesinos para hacerles ver la problemática que puede pasar con la tierra a mediano plazo. Ya que con el apoyo del gobierno del estado de Tamaulipas y por medio de los bancos se les esta dando facilidades para obtener productos de fertilización. (Reyes, 1996).

## IX.5. RIEGO.

Robles (1982) afirma que si la siembra se hace en distritos de riego con agua de presas o riegos con agua extraída por bombeo, va a ser variable el número y laminas de riego según las condiciones climatológicas de la localidad, pero se considera en general que con un riego de siembra, sea este de presiembra o de postsiembra, y con tres riegos de “auxilio”, se obtienen buenos rendimientos, tanto para producir forraje como semillas. Sumando las laminas de riego el total será entre los 400 y 500 mm. o sea alrededor de 15 a 20 cm. para el riego de siembra y alrededor de 10 cm. para cada uno de los tres riegos de auxilio. Bajo buenas condiciones de manejo en las practicas de cultivo, con un riego de siembra y dos de “auxilio” se puede tener buena producción.

Alba-Llanos (1990) mencionan que el girasol es una planta que se muestra poco eficiente en el aprovechamiento del agua cuando dispone de ella en abundancia. Los estomas de sus hojas permanecen abiertos en las horas de máximo calor, y transpiran elevadas cantidades de agua con una producción de materia seca relativamente escasa en comparación con el consumo hídrico. Para producir dos o tres kilos de materia seca, el girasol consume 1m<sup>3</sup> de agua. Con el mismo consumo de agua, la soja o el sorgo producen de cuatro a siete kilos de materia seca. Pero en condiciones de escasez de agua, el girasol se muestra mucho más eficiente en su aprovechamiento.

Guerrero (1981) menciona que en la Unión Soviética se recomienda asegurar un régimen de agua en el suelo de, por lo menos, un 70% de la capacidad de campo en el periodo desde la germinación hasta la floración, y un 80% desde la floración hasta la madurez. Los especialistas rusos opinan que deben darse dos riegos cuando las condiciones climatológicas son tales que el girasol no está suficientemente abastecido. Las épocas de estos riegos son:

El primero, diez o quince días después de la floración ;

El segundo, a principios de la floración de las semillas.

Si en la rotación de cultivos de cultivos en el secano, no debe repetirse el girasol antes de los cuatro años, este plazo quizá debe ampliarse en el regadío a seis años, ya que la humedad más elevada del suelo y de la atmósfera favoreces el ataque de las enfermedades.

El girasol responde mejor a los abonos en condiciones de riego que en condiciones de secano y, al contrario de lo que parece que ocurre en el secano, reacciona más fácilmente a la fertilización nitrogenada que a la fertilización fosfórica.

El girasol en siembra de riego se prepara la tierra regándola después de barbechada, para hacer la siembra en tierra “venida”, y un segundo riego cuando esté indicado, cuando ha terminado la floración o un poco antes de que esta se inicie, según los casos , ya que el temporal indicará lo relativo (Ladaverde ,1942).

Browne (1977) menciona que el riego debe ser posterior al inicio de la floración. Tras haber aplicado riego 16 días después de la etapa inicial de floración, reporto

incrementos en el rendimiento de grano y contenido de aceite de 30 a 48 %, respectivamente; cuando el riego se aplicó 22 días después de dicha etapa, obtuvo un incremento en el rendimiento de grano de 19 %. Al inicio de la madurez fisiológica 31 días después de la floración no encontró incremento significativos.

Marty *et al.*(1972) consideran que si se dispone de agua para riego se debe procurar mantener la humedad del suelo por lo menos a un 50% de la capacidad de campo.

Vranceanu (1977) menciona que en la URSS se recomienda establecer un régimen de agua en el suelo, por lo menos a 70% de la capacidad de campo durante el periodo comprendido entre la germinación y el inicio de la floración, y de un 80% entre el periodo de floración y madurez.

Ortegón (1993) menciona que en México, son pocos los trabajos referentes a las prácticas de riego desarrollados en los campos experimentales de INIFAP, esto se debe a que el girasol es un cultivo prioritario para las áreas de temporal. La cantidad de riegos o láminas de agua aplicada al cultivo de girasol y las épocas de su aplicación, varía de acuerdo con las condiciones climáticas y los tipos de suelo de cada región y, principalmente, el ciclo vegetativo de la planta.

Por último, los autores antes mencionados concluyeron que el riego tiene mayor efecto en el rendimiento y calidad del grano si se aplica durante el periodo de floración y no en cualquier otra etapa del ciclo vegetativo del cultivo.

## X. PLAGAS Y ENFERMEDADES

### X.I. Plagas y su control

Robles (1982) y Fucikovski (1976) mencionan las principales plagas que afectan al cultivo de girasol en México, son:

**Palomilla del capítulo** (*Homoesoma electellum*). Se considera como una plaga de amplia distribución en México, la larva de esta palomilla se alimenta de los frutos en el capítulo y causa problemas en la polinización e inclusive barrena las semillas, los capítulos y los tallos. La mayor abundancia de esta plaga ocurre desde abril hasta julio, período amplio que incluye la floración de cualquier material de girasol, el ataque más severo se observa en la primera época de siembra (uno de abril al 15 de mayo).

Las plantas dañadas presentan los capítulos sucios, con telarañas y excremento de las larvas.

Se ha utilizado con éxito el empleo de productos químicos como: Paratión Metílico 50, 2.0 L/ha, Malatión 1000, un litro/ha; Thiodan 35, 2.0 L/ha o Lannate 90, 300 gr./ha.

**Mosca del capítulo** (*Neotephritis finalis*). La mosca puede considerarse como una plaga de importancia primaria, porque destruye ovarios y semillas provocando además deformaciones de mayor o menor grado en el capítulo del girasol según el número de larvas.

Por otra parte, si la mosca está contaminada con las bacterias que causan la pudrición blanca del capítulo se convierte en un vector muy peligroso. La aparición de la mosca coincide con la apertura de los capítulos, cuando la planta tiene 1-1.5 metros de altura, generalmente a principios de julio. Es recomendable usar insecticida, puesto que de otra manera, se puede perder parte de la cosecha. Se sugiere el empleo de Malatión 1000 E a razón de 0.51 L/ha. o Thiodán 35%, 2.0 L/ha.

La aspersión deberá dirigirse hacia los capítulos, ya que ahí es donde la mosca oviposita.

**Picudo** (*Rhynchite mexicanus* Gyll). En el cultivo del girasol se ha observado dos tipos de daños causados por los picudos.

En un caso, los síntomas consisten en la marchitez total de las plantas causada por las larvas que se alimentan de la raíz principal. Otro tipo de daño se manifiesta en que los tallos son cortados como con navaja entre 3 a 10 cm por abajo del capítulo por causa de los picudos adultos. Se recomienda para su control de Malatión 1000 E a razón de 0.51 L/ha. o Thiodán 35% al 2.01 L/ha.

**Mayate o Escarabajo** (*Cotinis mutabilis sobrina*) (*Euphoria basalis*). En poblaciones altas estos insectos pueden causar daños considerables en capítulos abiertos, pero también en los botones florales apenas formados. Estos botones pueden ser completamente distribuidos especialmente por *E. Basalis*.

Para su control se sugiere emplear Malatión 1000 E a razón de 1.0 L/ha. o Thiodán 35% , 2.5 L/ha. Las aplicaciones de preferencia deberán realizarse en las tardes o temprano, antes de que empiece las actividades de las abejas.

**Araña roja** (*Tetranychus telarius*). En climas secos y las temperaturas altas favorecen el desarrollo de ácaros. En plantas cercanas a su madurez no ha sido necesario aplicar acaricida para combatirlos. En caso de un ataque grave antes o durante la floración conviene una aplicación de Gusatión etílico 50%, 1.0 L/ha.

**Chapulines** (*Sphenarium sp.*) y otras especies. Los chapulines adultos y ninfas, causan daños severos en algunas plantas, defoliándolas en el tiempo de otoño, cuando está terminando su ciclo vegetativo, los daños se consideran de poca importancia. Para controlar esta plaga se recomienda aplicar Malatión 1000 E 1.5 a 2.0 L/ha.

**Guzano trozador** (*Agrotis sp.*). Esta plaga cuya larva de color oscuro con espinas atacan las hojas, las enrollan parcialmente y forman una especie de telaraña. Las mariposas son de color naranja con variaciones de puntos negros, blancos y azules.

Se utiliza el producto Thiodán con éxito al 35%, 2.5 L/ha.

**Gusano raicero** (*Rhynchites mexicanus Gill*). Se localiza en número variable atacanla la raíz principal y las laterales de mayor diámetro. El ataque puede ocurrir a cualquier edad de la planta, pero es más intenso en plantas de 1 a 6 semanas de edad.

Las plantas infectadas aparecen flácidas como si sufrieran por falta de agua y pueden no alcanzar la madurez.

Estos gusanos pueden combatirse con el BHC 3% o Dieldrin 2%, a razón de 12 a 18 kg/ha.

**Gusano Soldado y peludo** (*Spodóptera* y *Estigmene acrea* D.). El daño de los gusanos soldados se presenta cuando las plantas están pequeñas. Cuando la planta está en floración los gusanos soldados y peludos también suelen presentarse, alimentándose, del follaje. Cuando el daño es intenso llega a defoliar las plantas por completo. Para su control se recomienda tomar medidas cuando se encuentren dos o más gusanos por planta adulta. Por ello debe utilizarse los siguientes insecticidas: para los gusanos soldados, Parathión metílico 50%, 1.0 L/ha Cyolane 25%, 1.5 L/ha y para el gusano peludo Lucavex 80%, 2 kg/ha.

**Afidos y mosquitas blancas** (*Aphis* sp. y *Trialeurodes* sp.). Estas mosquitas se han presentado en el cultivo del girasol pero sin causar daño apreciable. En otros cultivos se conocen como vectores en la transmisión de enfermedades virales. Se consideran necesario de combatir; sin embargo, en caso necesario el Thiodán 35%, 2.0 L/ha. Es efectivo para ambos insectos.

**Frailecillo** (*Macrodactylus mexicanus* Burn). En el girasol se ha observado que este insecto destruye las flores, pero también se alimenta de la hojas. Se puede controlar con Malathión 1000 E a razón de 1.0 L/ha.

**Gorriones y otros pájaros** (*Passer sp* y otras especies). Los gorriones principalmente pueden ser un problema en algunos lugares, al causar la pérdida de semilla de los capítulos, además esos pájaros pueden llevar esporas de hongos y bacterias en sus garras y así diseminar varias enfermedades en áreas circunvecinas, por lo que se considera que deben ser ahuyentadas con el uso de artefactos exploradores o personas (pajarereros).

**Rata de campo** (*Sigmodom sp.*). Se tiene problemas con la rata de campo poco después de la siembra y es necesario tomar medidas preventivas para reducir la gravedad del ataque. El daño que ocasiona la rata puede ser a la semilla, a la cual desentierra y come, causando una reducción en población de plantas, o bien, cortando las plantas en la base del tallo. Para su combate se recomienda el uso de cebos a base de warfarina o cebos a base de estricnina. Esta última sustancia es muy tóxica para los seres humanos.

En la región de Abasolo, Tamaulipas las plagas son las que más daño económico causan y atacan más severamente al cultivo del girasol siendo la palomilla del girasol (*Homoeosoma electellum*). Se observa en la primera época de siembra del primero de abril al 15 de mayo, las larvas dañan el capítulo al alimentarse de las pequeñas florecillas e impiden la polinización, aunque también se alimentan de granos recién formados, y en la etapa de madures del cultivo llegan a barrenar el reverso de los capítulos y el tallo ( SARH, 1990).

La mayor abundancia de esta plaga ocurre desde abril hasta julio, periodo amplio que incluye la floración de cualquier material de girasol sembrado en la época antes señalada.

El daño que causa la palomilla del capítulo se presenta en la presente gráfica.

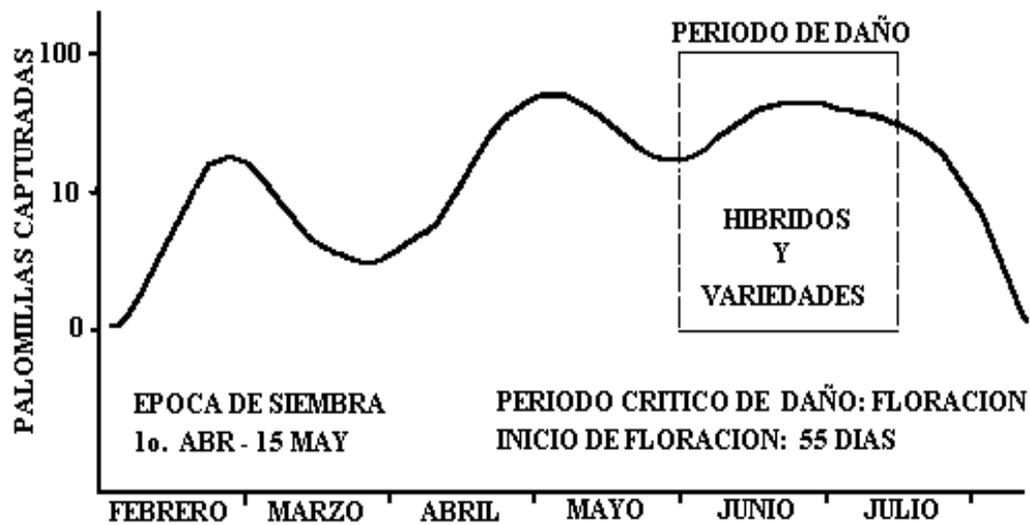


Figura X.1.1 Abundancia de palomilla del capítulo y periodo de daño al girasol respecto a época de siembra del cultivo en Abasolo, Tamps. 1989.

En México se observa en las regiones de Zacates, Durango, Tamaulipas y Nuevo León causando Daños considerables. El daño principal de los insectos es causado por los gusanos o larvas el cual cuando el ataque ocurre al inicio de la foliación, origina que la cabeza se cierre, impidiendo la formación de la semilla.

Es característico observar en los capítulos atacados la presencia de una especie de telaraña en el centro de los mismos, abajo del cual se localiza los gusanos o larvas, las principales plagas se encuentran concentradas en el siguiente cuadro:

CUADRO X.1.1. Plagas que afectan el cultivo del girasol en las principales regiones de México.

	Puebla	Zacatecas	Durango	Tlaxcala	Tamps.	N.L.	México
Palomilla del capitulo		X	X		X	X	
Mosca del capitulo	X	X	X	X			X
Picudo	X		X	X			X
Mayate o Escarabajo							X
Araña roja							X
Chapulines			X		X		
Gusano trozador							X
Gusano raicero	X			X			
Gusano soldado y peludo							X
Aphidos y mosquitas blancas							X
Frailecillo				X			
Gorriones y otros pajaros	X		X	X			
Rata de campo				X			

## X.2.- NEMATODOS

Los nemátodos son perjudiciales en algunos cultivos pero no se conoce su importancia en el cultivo del girasol. La importancia económica del problema de índole miscelánea es desconocida.

Parisi *et al* (1971) mencionan que en Huexotla, estado de México localizaron en la rizosfera de girasol, los siguientes géneros de nemátodos fitoparásitos: *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus* y *Telylenchus* y en Chapingo, estado de México los mismos autores encontraron: *Trichodorus*, *Crieonemella* y *Tylenchorinchus*

Por el momento, no se recomienda ningún método de control ya que no se ha demostrado la patogenicidad de los géneros de nemátodos.

### X.3.- ENFERMEDADES

Alba y Llanos (1990). La extensión y la intensificación del cultivo del girasol en algunas regiones a sido, la repetición de su cultivo en los mismos terrenos y su inherente susceptibilidad a varios agentes fitopatógenos, han hecho de estos en algunos casos una serie amenaza para los rendimientos de la cosecha.

Fucikovski (1976) menciona que a principios de 1976, él visitó lotes de girasol en el estado de Sinaloa y encontró dos enfermedades fungosas que son: marchitez de la planta. (*Sclerotium rolfsii. Sacc*) y ennegrecimiento del tallo o peste negra (*Sclerotium botaticola Butler*).

Benada *et al* (1958) citado por Fucikovski (1976) describe que la roya de la hoja (*Puccinia helianthi Schaw*) es una enfermedad ampliamente distribuida en todo el mundo, atacando no solamente a *Helianthus annuus* si no también a otras especies de *Helianthus*. En México afortunadamente su incidencia es reducida y solo se ha observado en los estados de México y Guanajuato.

Radulescu (1947). menciona que la principal enfermedad que afecta los cultivos de girasol en Rumania y de toda la zona sur y sudoeste de Europa es el Mildiu del girasol (*Plasmopara helianthi Novot.*). Se manifiesta en todas las fases de vegetación produciendo graves daños, cuando más temprano hace su aparición. El micelio del hongo se desarrolla sistemáticamente ocupando toda la planta.

Haciendo una conclusión, las plagas que más daño han ocasionado al cultivo de girasol, en la República Mexicana son: la palomilla del capítulo, la mosca del capítulo, el picudo y los pájaros. Estas plagas (excepto los pájaros) atacan a este cultivo porque el adulto oviposita sus huevecillos en el capítulo llamativo del girasol, haciendo daño a la semilla, tallos e inclusive una pérdida total de la planta.

### X.3.1.- DESCRIPCION, PREVENION Y CONTROL DE ENFERMEDADES.

**Mildiu** (*Plasmopara halstedii*). Los síntomas típicos de esta enfermedad son manchas cloróticas o verde pálidas en el haz de las hojas, blanquecinas en el envés debido a las fructificaciones del hongo causal. Usualmente el ataque empieza en la base de la hoja y sigue hacia la punta.

Las hojas inferiores son las primeramente atacadas.

No se aconseja sembrar girasol en el mismo terreno cada año, sino practicar una rotación sembrando el girasol cada 4 ó 5 años.

Las plantas atacadas deben ser destruidas inmediatamente para evitar infecciones secundarias. El rastrojo debe ser eliminado del campo y éste arado profundamente.

El uso de la semilla híbrida debe ser certificada tratada con anticriptogámicos.

**Roya de la hoja** (*Puccinia helianthi*). La enfermedad puede atacar plantas jóvenes, pero su ataque es más severo en plantas adultas, progresando de las hojas inferiores a las hojas superiores. Al principio, en el haz de las hojas se presentan áreas amarillas y posteriormente aparecen en el envés numerosas pústulas de color amarillo a rojizo, las hojas

severamente atacadas se marchitan, se secan y pueden caer prematuramente.

Es muy importante arar profundamente para que las partes afectadas de las plantas queden bien incorporadas al suelo. Si el ataque fue severo, no se aconseja sembrar en el mismo terreno hasta el tercer año.

El control de este fitopatógeno es con variedades resistentes. El control con fungicidas es antieconómico.

**Pudrición del capítulo** (*Rhizopus sp*). La descripción de la enfermedad es una pudrición blanda, de color café-gris, hundida en el capítulo principalmente después de la floración. El capítulo se marchita y se queda adherido o se cae al suelo.

Las heridas ocasionadas por pájaros son las entradas para el hongo causante de la enfermedad se recomienda un control efectivo aplicando una solución acuosa de 0.2% de quinolato 20 (8-quinolinolato de cobre) después de la terminación de la floración o la aparición de los primeros capítulos podridos.

**Pudrición del tallo** (*Sclerotium*) Los primeros síntomas de la enfermedad son flacidez de tejidos y marchitez de las hojas, las cuales eventualmente mueren. Posteriormente, se pueden observar en los tallos la formación de micelio blanco y además externa e internamente esclerocios negros, de forma irregular, cubiertos a veces superficialmente, por el micelio. Internamente los esclerocios son de color blanco y de consistencia dura y compacta.

Se aconseja rotación de cultivos, uso de semilla sana y limpia libre de esclerocios. Las partes de la planta atacadas con este hongo, se debe de recolectar, debido a la posible

formación de esclerocios, y quemar. Las semillas infectadas y los esclerocios se pueden caer al suelo y si no se entierran profundamente hay peligro de que los esclerocios puedan germinar el próximo año.

**Marchitez de la planta y moteado de la hoja** (*Verticillium alboatrum*). El primer síntoma aparece en las hojas de plantas próximas a la floración, notándose falta de turgencia y amarillamiento de las áreas intervenales, mientras las nervaduras y los tejidos circunvecinos conservan su color verde. Posteriormente, las áreas cloróticas se necrosan y adquieren una coloración café.

A veces el hongo puede afectar solamente un lado de la planta, es decir las toxinas elaboradas por el hongo producen coloración café de los vasos del tallo y el amarillamiento de los tejidos de las hojas. De acuerdo con la intensidad del ataque, las plantas se pueden marchitar y finalmente morir antes o después de la floración.

Debido a su amplio rango de hospedantes, el hongo es difícil de controlar por medio de rotación, aunque existe la posibilidad de utilizar maíz por varios años ya que es un cultivo no susceptible, lo que reduce el daño en girasol. Para encontrar resistencia en girasol a este hongo, con resultados positivos.

Las variedades VNIIMK 6540, VNIIMK 8883 y Peredovik poseen alto grado de resistencia contra esta enfermedad. Por otro lado, se sugiere no usar para la siembra las semillas de plantas afectadas por *Verticillium*, si no por el contrario destruirlas.

Cuadro X.2.1 Principales enfermedades que afectan al cultivo de girasol en diferentes regiones de la República Mexicana.

	Guanajuato	Zacatecas	Durango	Tlaxcala	México
Mildiu	X			X	X
Roya de la hoja	X				X
Pudrición del capítulo		X			
Pudrición del tallo					X
Marchitez de la planta y moteado de la hoja		X	X		X

#### X.4.- CONTROL DE MALEZAS

Como cualquier otro cultivo, el girasol producirá máximo rendimiento cuando se cultive libre de malas hierbas.

Estas compiten con él por la luz, y los nutrientes, reduciendo su producción. El objetivo debe ser evitar que aparezcan malas hierbas en la parcela y eliminar todas las que germinan antes de que florezcan. No hay duda que el mejor y más barato sistema de control de malas hierbas en girasol es sembrarlo sobre un suelo con una baja población de éstas.

El control de malas hierbas debe iniciarse en los cultivos que preceden al girasol mediante la aplicación de herbicidas de contacto de amplio espectro o por medio de labores culturales. Los herbicidas en el cultivo del girasol pueden agruparse, según el momento de su aplicación, en presiembra, preemergencia y postemergencia.

El uso de herbicidas en México ofrece a los agricultores un amplio horizonte en el combate de las malas hierbas, logrando reducir costos y esfuerzos con la cual se da una solución a este fuerte problema que año tras año privan de alimento a millones de personas.

En el cultivo del girasol el control de malas hierbas se base en el uso de herbicidas y el cultivo entre líneas, en tanto el desarrollo del girasol lo permita. La aplicación de herbicidas en los inicios del cultivo debe aplicarse herbicidas de contacto de amplio aspecto como :

glifosato o gramoxone o por medio de labores culturales (Alba-Llanos ,1990).

Los productos que han resultado consistentemente más efectivos en el control de malezas anuales y con daños mínimos al girasol son: Afalón-50, en dosis de 2.5 Kg. por ha. de material comercial. Dentro de los nuevos herbicidas que ofrecen resultados muy prometedores están el Igran-50 y el Ronstar (25%) en dosis de 2 Kg. ha. y 3.0 Litros por ha. del producto comercial respectivamente. Los herbicidas que se indican deberán ser aplicados en pre-emergencia, de 2 a 4 días después de la siembra, antes de que emerge el cultivo (Robles ,1982).

Se ha determinado que si los primeros 30-40 días de desarrollo del cultivo no se controlan las malezas, el rendimiento puede llegar a sufrir mermas de hasta más de un 50% (Rojas ,1978).

Nieto (1971), Martínez (1969) han sugerido para el control de malezas en el cultivo de girasol utilizar herbicidas pre-emergentes como pueden ser Cotoran, Gesagard, Afalón o Gramoxone.

La utilización de herbicidas es un costo económico en compra de éstos productos, principalmente al inicio del ciclo del cultivo. Pero esto logrará reducir costos económicos y esfuerzos físicos obteniendo un rendimiento final de la cosecha en la producción de semilla de girasol.

Malezas que atacan al Girasol (Martínez, 1973).

NOMBRE TECNICO	NOMBRE COMUN
<i>Amaranthus híbridos</i>	Quelite
<i>Galinsoga parviflora</i>	Rosilla chica
<i>Bidens pilosa</i>	Rosilla grande
<i>Encelia mexicana</i>	Acahual
<i>Tinantia erecta</i>	Caña de pollo
<i>Cammelina coelestis</i>	Caño de pollo
<i>Tradescantia crassifolia</i>	Caña de pollo rastrea
<i>Brassica campestris</i>	Flor de nabo
<i>Raphanus raphanistrum</i>	Rabanillo
<i>Ipomea hederacea</i>	Manto o campanilla
<i>Echynocystis lobata</i>	Chayotillo
<i>Sycios angulatus</i>	Calabacilla con espinas
<i>Cyperus esculentus</i>	Coquillo
<i>Eragrostis pilosa</i>	Liendrilla
<i>Avena fatua</i>	Avena loca
<i>Malva perviflora</i>	Malva grande
<i>Lopezca mexicana</i>	Perilla
<i>Oxalis sp</i>	Agrito o xocoyol
<i>Argemone mexicana</i>	Chicalote
<i>Portulaca oleracea</i>	Verdolaga

## CLASIFICACION DE HERBICIDAS AL MOMENTO DE SU APLICACION

### A) Tratamiento de presiembra.

Son ampliamente utilizados en el cultivo del girasol. Se deben aplicar en suelos bien preparados antes de sembrar, incorporándolos al suelo lo antes posible mediante una labor después de tratar.

Los productos utilizados son:

TRIFLURALINA: es uno de los herbicidas más selectivos en girasol, por lo que es muy recomendable en campos de producción de híbridos. Precisa de una incorporación profunda (10 a 15 cm) lo antes posible después de su aplicación.

TRIALATO: Controla muy bien la “avena loca” y precisa de una incorporación inmediata después de su aplicación con preferencia en suelos frescos.

Se puede complementar en preemergencia con un tratamiento deterbutrina.

PENDIMETALINA: Se puede aplicar en presiembra o en preemergencia, para controlar malas hierbas de hoja ancha.

En presiembra se debe incorporar enterrándolo a 5-10 cm. de profundidad antes de las 24 horas siguientes a su aplicación.

### B) Tratamiento de preemergencia.

Los herbicidas de preemergencia se aplican en el momento de la siembra y no se incorporan. Por eso, su eficacia es favorecida en suelos húmedos o por lluvias tras la siembra que facilitan su incorporación al suelo.

Muchos tratamientos de preemergencia son complementarios de tratamientos de presiembra, sobre todo para el control de plantas de hoja ancha.

Las materias activas más utilizadas en tratamientos de preemergencia en girasol son:

TERBUTRINA: Eficaz contra dicotiledóneas. En suelos secos o si llueve en exceso puede ocasionar problemas de selectividad produciendo daños al girasol. Puede usarse sola cuando no existen problemas de “gramíneas” o “ranúnculos”.

LINURON: Se puede usar mezclado con butralina a dosis de 10.1 ha. para control de “gramíneas” y “dicotiledóneas”. Como hemos visto, el linurón es un buen complemento de la trifluralina.

Otros herbicidas en tratamientos de preemergencia para girasol pueden ser:

PENDIMETALINA: (citada como herbicida de presiembra)

ALACLORO

FLUROCLORIDONA

METOLACLORO

METOLACLORO + PROMETRINA

C) Control de malas hierbas en postemergencia.

Errores en el uso de herbicidas para el control de malas hierbas en las primeras seis semanas de vida del cultivo pueden afectar seriamente su rendimiento. En este período el principal método de control es el cultivo entre surcos.

Normalmente con dos pases antes que el cultivo alcance 30 cm. de altura suele ser suficiente para el control de malas hierbas. Estos pases deben ser superficiales y son más efectivos en suelo seco, pues las malas hierbas no pueden rebrotar. En las horas centrales

del día las plantas son más flexibles y se causa menos daño al cultivo al dar los pases en esos momentos.

En caso de problemas debidos a gramíneas perennes, se aconseja no sembrar girasol y eliminarlas con glifosato, o bien, si tenemos disponibilidad de agua, dar un riego después de cosechar, para provocar su germinación, y tratarlas con glifosato.

-ALOXIDIM SODICO: Sólo destruye gramíneas después de nacidas.

Controla bien la avena loca sin riesgo para el girasol.

-SETOXIDIM

-FLUZIFOP – BUTIL

-QUIZALOFOP – ETIL

-HALOXIFOP

En todos los casos de tratamientos herbicidas se deben leer las instrucciones de las etiquetas y seguir las normas de uso recomendadas por el fabricante, antes de utilizar cualquiera de las materias activas recomendadas (Alba-Llanos ,1990).

## XI. MEJORAMIENTO GENETICO DEL GIRASOL

### XI.1. MEJORAMIENTO EN EL MUNDO.

La principal razón para que el cultivo del girasol haya aumentado en todo el mundo, es que mejoradores soviéticos seleccionaron y lanzaron una serie de cultivares tolerantes al frío con alto contenido de aceite y también el desarrollo de variedades híbridas con mayor rendimiento potencial, mejor resistencia a las enfermedades y maduración, tamaño más uniforme permitido a los productores de girasol ampliar el cultivo para transformarlo en una fuente clave de aceite vegetal.

Los principales objetivos del mejoramiento de las variedades de girasol son: alta producción de frutos por capítulo, alto porcentaje de materia grasa en semilla, adecuada relación pericarpio, semilla, resistencia a enfermedades y plagas, y resistencia al quebrado o vuelco del tallo. También debe tenerse en cuenta: el ciclo, que para Argentina debe ser corto; altura, la menor posible; capítulo único y resistente a la dehiscencia natural (plano o cóncavo con involucro fuerte y abrasador).

En Rusia se inician los planes de mejoramiento en girasol, existiendo en la actualidad muchos países dedicados a esta línea de trabajo, entre ellos Francia, E.U.A., Rumania, Argentina, Uruguay, Bulgaria, Yugoslavia, Canadá, etc...

A diferencia de las mayorías de las plantas cultivadas; el girasol tiene una enorme base genética todavía no explorada; por eso, las posibilidades de mejorar la producción de aceite son buenas. Algunos mejoradores consideran que el desarrollo de girasoles híbridos. Consecuentemente, podrían desarrollarse híbridos a la medida para zonas climáticas y ambientales específicos; eso abriría las puertas a la adaptación del cultivo en varias regiones de Europa y los trópicos.

Es notable el hecho de que siendo el girasol una planta de origen Americano, pasó a Europa en su forma silvestre y mediante selección hibridación fue mejorada genéticamente hasta obtener variedades de un tallo sin ramas y con capítulos de más o menos 30 cm. de diámetro. El girasol silvestre es ampliamente ramificado y con muchos capítulos pequeños de más o menos 5 cm. de diámetro, semillas pequeñas y bajo porcentaje de aceite. Sin embargo, el girasol silvestre por muchos años de selección natural, posee caracteres de mayor resistencia a sequía, mayor tolerancia a enfermedades y a plagas (Lees ,1984).

Paraguay puso en ejecución el proyecto de Investigación de Girasol (PIG), con el propósito de estudiar otra alternativa de producción que permita al agricultor diversificar su explotación con miras al aumento de la eficiencia en el empleo de sus recursos productivos. Los objetivos fundamentales del PIG son los siguientes:

- a) Identificar y/o desarrollar variedades e híbridos que tengan una amplia adaptación y estabilidad en su rendimiento, en las principales zonas agrícolas del país; que sean de un ciclo vegetativo corto; y que denoten un alto potencial de producción de aceite por unidad de superficie.
- b) Establecer prácticas agronómicas que contribuyan al aumento de la eficiencia en su producción.

En base a tales objetivos, se han desarrollado los trabajos de Mejoramiento genético en la Introducción de germoplasma contando con la más amplia diversidad de genotipos, a los efectos de identificar aquellos que presenten características fenotípicas sobresalientes (Bertoni ,1980).

Los métodos de mejoramiento genético son en general los usuales en especie alógamas, salvo las circunstancias de que por ser planta de girasol monoica y hermafrodita, pero con protandria y autoincompatibilidad, no es tan fácil el control de la polinización, a continuación se nombran los métodos más usados en el mejoramiento genético del girasol de acuerdo a los objetivos que son perseguidos por el fitotecnista.

- Selección Masal Estratificada Modificada
- Cruza Intraespecífica
- Irradicaciones gamma fuente Co.60
- Formación de Líneas Puras
- Formación de Cruzas Simples
- Selección Individual
- Cruzas Inter-Varietal
- Retrocruza y Selección
- Esterilidad Citoplásmatica masculina
- Métoco Pustovoy
- Cruzas Inter-Específicas

López y Guzmán (1983) mencionan que el objetivo principal de el mejoramiento genético es el contenido de aceite; se ha demostrado, asimismo que el contenido de aceite en la mayoría de especies oleaginosas es altamente heredable. Por otra parte, se sabe que a través de selección masal al seleccionar plantas individuales se explota toda la varianza genética aditiva y dominante existente en la población, de este modo se espera que después de varios ciclos de selección recurrente se logre elevar la frecuencia de genes deseables que determine el contenido de aceite.

Basado en sus estudios consideró que la producción de aceite es el resultado de la interacción de dos caracteres básicos hacia los cuales debe enfocarse con prioridad el mejoramiento del girasol, estos son la producción de semilla y el contenido de aceite de la misma (Skiric ,1974).

Saumell (1976) asevera que el mejoramiento comienza a partir de un individuo conocido originado en un cruzamiento realizado por el fitotecnista de acuerdo a los objetivos por él perseguidos, o en la elección de uno o más individuos detectados en un cultivo por sus buenas características. Obtendrá así la primera generación o si debe ponerse en práctica el verdadero plan de mejoramiento.

## METODOS DE MEJORAMIENTO

Estos pueden clasificarse en : los métodos utilizados para la obtención de una variedad, y los desarrollados para producir híbridos.

Las variedades se originan en un cruzamiento determinado o en la elección de uno o varios individuos con características deseables. En los años siguientes deberá conducirse el material obtenido de acuerdo al plan trazado hasta lograr individuos semejantes, no segregantes y portadores de las características relevantes buscadas o sea una variedad, para lograrla no hay plazo fijo, se puede tardar entre 5 y 10 años, o tal vez más.

Los híbridos, en cambio se obtienen como resultado de un determinado cruzamiento entre líneas puras y/o variedades, las cuales deben poseer características deseables, aptitud combinatoria, en lo posible floración simultánea, y manifestación de vigor híbrido.

Las maneras de obtener híbridos en girasol puede ser: a) cruzamiento entre líneas fértiles; b) entre una línea fértil y una línea autoincompatible; C<sub>1</sub>) entre una línea fértil y una línea parcialmente androestéril con todas las plantas color normal, y C<sub>2</sub>) entre una línea fértil y una línea parcialmente androestéril que posee plantas androestériles color normal y fértil color rojo; y d) por uso de androestérilidad genético-citoplasmática, entre una línea fértil y una línea totalmente androestéril con todas las plantas color normal.

## XI.2. MEJORAMIENTO DE GIRASOL EN MEXICO.

En México existen pocos programas dirigidos al mejoramiento genético del girasol para determinar las metodologías óptimas de evaluación de materiales para posterior selección y recombinación. Sin embargo, los programas actuales consideran la selección para rendimiento y contenido de aceite como objetivo primario. La UAAAN en respuesta a la necesidad de crear híbridos y/o variedades adaptadas a la región que compiten exitosamente con los materiales importados, ha desarrollado un programa de mejoramiento genético en girasol (Haro, 1989).

Gran parte del país, principalmente los estados del norte de la República como son Coahuila, Nuevo León, Zacatecas, Chihuahua, Durango, Sonora, etc., están clasificados como zonas áridas y semiáridas debido a la escasa precipitación con que cuenta. En este tipo de zonas las condiciones ecológicas no favorecen el buen desarrollo de las plantas ocasionando un déficit en la producción de forraje del girasol que trae como consecuencia, que en ciertas épocas del año, la falta de éste sea un factor limitante en la producción de alimentos de origen pecuario como son, carne, leche, huevos, etc...

En México existen muchas plantas que no han sido utilizadas como forraje debido a la poca experimentación que se ha realizado, tal es el caso del girasol (Robles, 1982).

La productividad, es una calidad compleja que expresa de hecho la capacidad de todo organismo de producir lo más posible en las condiciones variables de ambiente y cultivo. Por eso, todos los caracteres que condicionan directa o indirectamente la obtención de gran producción de semilla con un máximo contenido de aceite,

constituyen los objetivos de gran importancia en la mejora del girasol. La producción de aceite, es el resultado de características básicas en cuyo sentido se efectúa con prioridad la mejora del girasol, la producción de semillas y el contenido de aceite en ellas (Díaz ,1985).

Gurrola (1989) menciona que en la actualidad el cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L) ha venido cobrando una gran importancia debido principalmente a la alta calidad del aceite que se extrae de sus semillas y a la fuerte demanda que existe por este producto. Por tal razón , la reproducción de esta oleaginosa ha venido evolucionando a muy gran escala y los fitomejoradores han tendido que reorientar cada vez a puntos más específicos sus técnicas de mejoramiento para lograr con esto hacer del girasol una planta rendidora tanto en producción de semilla como en el contenido de aceite en esta misma.

En la región central de Tamaulipas en los últimos cinco años (1985-1989) el cultivo del girasol ha fluctuado entre los nueve mil y diecinueve mil ha. anuales, de las cuales el 96 por ciento se efectúa bajo condiciones de temporal con siembras en los meses de abril y mayo, julio y agosto.

Al compararlo con los cultivos tradicionales bajo condiciones de temporal, en donde comercialmente rinde un promedio de 560 kilos por ha. mientras que bajo condiciones de riego 783 kilos. La producción media regional del cultivo es baja y se debe a una serie de factores adversos entre los que destacan el daño producido por sequía,

palomilla del capítulo y la utilización de germoplasma sin adaptación a la región (Elizondo ,1990).

Para ayudar a incrementar el rendimiento de grano y aceite de girasol, el programa de mejoramiento genético de girasol del campo experimental las adjuntas tiene una principal objetivo seleccionar germoplasma con características deseables y altos rendimientos en la zona central de Tamaulipas. A continuación se describen los materiales de origen mexicano más sobresalientes, y sus características agronómicas.

GH-382- Híbrido de origen mexicano que al sembrarlo en abril o mayo, inicia la floración a los 57 días y termina a los 14 días después desarrolla plantas de 138 cm de altura y madura en 94 días.

En siembras de julio o agosto, inicia la floración a los 52 días y termina 12 días después; desarrollo plantas de 165 cm de altura y madura en 85 días.

Rib-77. Variedad de polinización libre que al sembrarlo en abril o mayo, inicia la floración a los 57 días y termina 14 días después; desarrolla plantas de 156 cm de altura y madura en 97 días.

En siembras de julio o agosto, inicia la floración a los 50 días y termina 12 días después; desarrolla plantas de 174 cm. de altura y madura en 88 días.

Victoria. Variedad de polinización libre que al sembrarla en abril o mayo, inicia la floración a los 51 días y termina 15 días después; desarrolla plantas de 145 centímetros de altura y madura en 93 días.

En siembras de julio o agosto, inicia la floración a los 48 días y termina 13 días después; desarrolla plantas de 163 cm. de altura y madura en 85 días.

El grano de los materiales mencionados contiene un 42% de aceite.

Las variedades de polinización libre bajo buenas condiciones de siembra tienen rendimientos de alrededor de un 20% menos que los híbridos, mientras que bajo condiciones críticas pueden tener igual comportamiento.

Por otra parte la siembra de girasol en ocasiones se ve retrasada por falta de semilla en el momento oportuno, ya que la mayoría de los híbridos comerciales son extranjeros. Esto crea la necesidad de tener materiales locales con igual o mejor rendimiento que los importados, en forma oportuna y a menor costo.

En el cuadro siguiente se presenta el rendimiento de grano de los genotipos antes citados, así como el promedio de los siete híbridos extranjeros que más se siembran en la región.

RENDIMIENTO DE GRANO DE GIRASOL COMERCIALES BAJO RIEGO EN LA  
ZONA CENTRAL DE TAMAULIPAS

RENDIMIENTO EN KG/HA

GENOTIPOS

	ABRIL - MAYO	JULIO – AGOSTO
GH-382	1,600	1,450
Rib-77	1,400	1,250
Victoria	1,250	1,100
Híbridos comerciales	1,500	1,233

(Elizondo ,1990).

Los planes de mejoramiento de girasol, si bien parecen teóricamente sencillos, en la práctica se ven dificultados por ciertas características propias de esta especie. Entre éstas se pueden mencionar;

1).- Que cada capítulo posee una elevada cantidad de pequeñas flores fértiles estimadas entre 500 y 1500, las cuales no están todas listas para fecundar en un mismo momento.

2).- Que se ha comprobado que el polen propio de cada flor las fecunda con mayor lentitud que el de plantas vecinas.

3).- Que por autofecundaciones se aumenta la autoincompatibilidad, pudiendo ésta llegar a ser del 100%.

4).- Que existe protandria en cada flor, o sea a que el polen está madura y viable cuando el estigma aun no está receptivo.

5).- Que los insectos polinizadores son los encargados de la fecundación libre de ellos preferentemente las abejas que actúan hasta tres o más kilómetros de su hábitat (colmena).

6).- Que las flores suelen fecundarse naturalmente en las primeras horas de la mañana (Luna ,1994).

Guzmán (2000) cita que el mejoramiento genético del cultivo de girasol (*Helianthus annuus* L) Se inició en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en el año de 1980. Como Coordinador del GIIIO el mismo autor trajo material genético de E.U.A.

En los años 1985-86 se forma el banco Germoplasma en la Universidad obteniéndose de los países de Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil. Además en el año de 1989 a través de un intercambio de la Universidad con el Instituto Vavilov de Rusia se obtuvo una colección de material genético de diversidad de ambiente y con gran variabilidad de características.

A partir del banco de germoplasma de la UAAAN de Adaptación, rendimiento, aptitud combinatoria específica, selección de líneas  $S_1$  y avanzadas así como también de híbridos triples y dobles y multi-híbridos se han desarrollado ala fecha un promedio de

25 híbridos triples con un alto potencial agronómico, así como también 4 variedades sintéticas con alta calidad de proteína, alto contenido de aceite, y buen rendimiento de estas variedades, una de ellas denominada SAN-3C es de doble propósito para producción de fruto y forrajera, ésta variedad de porte normal con la característica de inclinación de capítulo pronunciado para evitar el ataque de pájaros y es una variedad precoz.

La otra variedad sintética denominada GORDIS es de porte medio, orientada hacia la producción de semilla grande. Semilla para consumo directo como confituras, es también de alto rendimiento, alto porcentaje de proteína y aceite. Además se han desarrollado dos variedades de porte pequeño (enano) denominadas SANE-23578 y SANE-1278 con las características para adaptarse a zonas de escasas precipitaciones pluviales (como son la mayoría del país) son de alta precocidad, son de 85-90 días son muy rápidos por su identificación varietal. Estas variedades fueron liberadas en el año 2000.

## XII. COSECHA Y MANEJO

La cosecha del cultivo de girasol debe de realizarse en el tiempo oportuno para la obtención de una mayor ganancia de grano para evitar pérdidas por daño de pájaros, caída de capítulos o desgrane de los mismos.

Ortegón (1993) menciona que las trilladoras para grano de trigo y sorgo se utilizan para la cosecha de girasol, y a la que sólo es necesario hacerles algunas modificaciones para la trilla y el limpiado de la semilla. En caso de que el cabezal de la trilladora no sea el adecuado para el girasol, se le debe adaptar una plancha o plataforma de lámina con diversas entradas a la cuchilla de corte, de un largo aproximado de 1 m. Para realizar una buena trilla.

La cosecha del girasol se hace casi siempre con máquinas cosechadoras de cereales adaptadas por algunos sencillos cambios a la recolección de este cultivo.

El cabezal especial para cosechar el girasol está diseñado para cosechar el máximo de capítulos y el mínimo de trozos de tallos. Para ello, la barra de corte se acopla a una altura entre 0,3 y 0,6 m del suelo, según sea la altura media de las plantas y su ángulo de inclinación. Se trata de que la barra de corte cercene la mayoría de las plantas justo por

debajo del capítulo para aprovechar el máximo de éstos e introducir en la máquina el mínimo de restos de tallos.

Para levantar las plantas, excesivamente dobladas e inclinadas, se dota al cabezal de unas barras que facilitan el trabajo del mecanismo de corte y reducen las pérdidas.

El molinete es de tres paletas con la superficie entre eje y paleta cubierta. La regulación de la altura a que trabaja debe hacerse continuamente para conseguir una limpieza permanente del mecanismo de corte. La velocidad de giro del molinete se regula según la velocidad de avance de la cosechadora para evitar el choque demasiado brusco con los capítulos y la consiguiente caída de los mismos al suelo.

Los capítulos caen sobre la plataforma elevadora que los lleva hasta el desgranador. La distancia entre el cilindro y el cóncavo se regula a 25-30 mm a la entrada y a 12-18 mm a la salida. Puede resultar eficaz instalar sobre la primera parte del cóncavo una plancha que lo cubra (puede ser de hojalata).

El cilindro debe girar entre 400 y 600 vueltas por minuto.

La velocidad de avance al cosechar el girasol es algo menor que en los cereales, así se evitan caídas y pérdidas de grano al chocar los capítulos con la máquina. Puede recomendarse una velocidad de 4 a 5 Km./hora, lo que da un rendimiento de unos 4 kg. de grano por segundo (Alba-Llanos ,1990).

La humedad óptima que debe tener la semilla, para poder efectuar la recolección es de hasta 12%.

Al tiempo de la madurez de la semilla, los capítulos toman un color marrón y su dorso, un color amarillento. Si la cosecha es manual, se cortan los capítulos para llevarlos a un

asoleadero, en donde permanecen aproximadamente tres días, antes de proceder al desgrane. Este puede hacerse a mano, utilizando un palo con el cual se golpea los capítulos colocados sobre una lona o dentro de costales.

Para la cosecha mecánica, pueden usarse cosechadores de cereales a las que se les adapta en el cabezal, charolas de lámina para evitar que los capítulos caigan. Además se les quita el molinete a las máquinas y se regula la velocidad del cilindro a 600 revoluciones por minuto, como máximo (S.E.P. ,1983).

El girasol se cosecha un poco antes de que la semilla esté tan madura que caiga de la cabeza. La cosecha deberá ser hecha lo más rápidamente posible, una vez que la semilla está a punto para evitar daños causados por pájaros y roedores (Tocagni ,1980).

Gallegos (1972) menciona que hay que cosechar a tiempo para evitar que el grano caiga al suelo y se pudra. Cuando el capítulo y acarréelo en canastos a un lugar seco para exponerlo al sol y completar su secado.

Si es posible, para trillar use la combinación estacionaria o bien hágalo a mano. Para mayor rapidez golpee el capítulo por el lado de la semilla, con un palo redondo y grueso. Recomendaciones para tener en cuenta los siguientes puntos para asegurar el buen éxito en el cultivo del girasol.

-Consultar al extensionista más cercano a su zona.

-Use semilla certificada

-Siembre con buena humedad

-Entierre su semilla entre 3 y 6 cm. distribuya bien su semilla para obtener una buena población de plantas.

-Aclare y cultive a tiempo

-Vigile y controle las plagas

-Coseche oportunamente

Saumell (1976) y Conasupo (1977) mencionan que la cosecha de la planta de girasol debe de realizarse cuando presenta las siguientes características.

1. Cuando la planta, hojas y capítulos están secos.
2. El capítulo cambia de color amarillo a un color café oscuro
3. Las flores (falsos pétalos amarillos, situados alrededor de la cabeza) se caen
4. Los frutos poseen menor humedad que la máxima aceptada (14%), aunque se puede comenzar a cosechar cuando ésta alcanza el 15%

Las trilladoras para granos de trigo y sorgo se utilizan para la cosecha de girasol se recomienda ciertos ajustes importantes que son los siguientes:

- a) Mantener el cilindro con barras estríadas y no picos.
- b) El paso de retorno de desechos que tienen la mayoría de las trilladoras para un segundo paso de trilla, deberá ajustarse para que los desechos se depositen en la parte trasera del cilindro y no al frente.

- c) La velocidad del cilindro deberá ser de 300 a 500 r.p.m. cuando la humedad de la semilla esté entre 10 y 11%.
- d) La velocidad del cilindro deberá reducirse a 200 r.p.m. si la humedad de la semilla es menor 7 a 8%
- e) El espacio entre el cóncavo y el cilindro deberá abrirse al máximo y la abertura de entrada del aire deberá estar en su parte media (Smith,1978 y Allen,1979).

### XIII. ACONDICIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO

#### XIII.1 ACONDICIONAMIENTO

Una vez cosechado el girasol es preciso conservarlo de forma que se eviten al máximo las pérdidas o la degradación de las condiciones físico-químicas del producto, hasta el momento de su procesado industrial o de su consumo directo.

La mayor parte de las sustancias componentes de la semilla de girasol son de tipo proteínico o graso. Las semillas de variedades para extracción de aceite contienen más proporción de grasas y menos proporción de proteínas que las semillas de variedades para consumo directo. La semilla está protegida por una cáscara que evita su contacto directo con el aire y la protege parcialmente de la influencia y agresiones del medio ambiente.

Cuando más enteras estén las semillas, es decir, cuantas menos semillas estén rotas o presenten deteriorada la cáscara, más fácil será su conservación con unas pérdidas mínimas (Alba-Llanos,1990).

Es de vital importancia ubicar el acondicionamiento de semillas dentro de todo el proceso de la tecnología de semillas y analizar cuáles son sus principales funciones a través de él (Facio,1983).

Muchos de los problemas que presenta el acondicionamiento de semillas se

evitarán si se toma en cuenta los siguientes diez preceptos que son principios básicos obtenidos a través de las investigaciones y experiencias (Delouche, 1978).

### 1.-LA CALIDAD DE LA SEMILLA NO SE MEJORA CON EL ALMACENAMIENTO

Se debe considerar que el deterioro de una semilla es irreversible que no podemos transformar una semilla de baja calidad a una de alta calidad aún con las mejores condiciones de almacenamiento.

### 2.- EL CONTENIDO DE HUMEDAD Y LA TEMPERATURA DE LA SEMILLA SON LOS FACTORES MAS IMPORTANTES QUE INFLUYEN EN EL ALMACENAMIENTO

Las semillas de alto contenido de humedad son más susceptibles a daños causados por el calor que las semillas de bajo contenido (menos del 12%)

La temperatura también es un factor importante para la vida de la semilla, a pesar de lo difícil de su regulación. Dentro de los límites normales, la actividad biológica de las semillas, los insectos y el moho aumentan si la temperatura también aumenta.

### 3.- EL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA SEMILLA ES UNA FUNCION DE LA HUMEDAD RELATIVA Y EN MENOR GRADO DE LA TEMPERATURA

Las semillas absorben la humedad del ambiente o pierden la humedad hasta que se establezca un equilibrio entre el contenido de humedad de la semilla y la humedad relativa de la atmósfera. Así el intercambio entre la semilla y el ambiente se igualan.

#### 4.- EL CONTENIDO DE HUMEDAD ES MAS IMPORTANTE QUE LA TEMPERATURA

Estos dos factores son los más importantes pero la humedad tiene más influencia en la longevidad de la semilla. Las semillas que estén secadas propiamente podrán guardarse muy bien en temperaturas hasta de 32.3OC – 90 0 F y esto ha llevado al desarrollo de almacenamiento cerrado de la semilla.

#### 5.- CON UNA DISMINUCION DEL UNO POR CIENTO EN EL CONTENIDO DE HUMEDAD CASI SE DUPLICA EL POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA.

#### 6.- UNA DISMINUCION DE 12.3 O C= 10oF EN LA TEMPERATURA CASI DUPLICA EL POTENCIAL DE ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA

Los preceptos V y VI realizan lo ya mencionado en el segundo precepto, que la temperatura y el contenido de humedad son los factores más importantes que influyen en el almacenamiento de la semilla.

Estos preceptos fueron propuestos por Harrington (1963) y (1973) y son bastante exactos.

7.- LAS MEJORES CONDICIONES PARA EL ALMACENAMIENTO SON UN LUGAR FRESCO Y SECO

La prescripción general para guardar la semilla es un ambiente fresco y seco. Los anteriores preceptos señalan la importancia de obtener estas condiciones.

Las semillas deberán tener un contenido de humedad por debajo del 8-10% si se han de almacenar por 12 meses, y si es por más de un año, el contenido de humedad deberá disminuir más todavía.

8.- LAS SEMILLAS DAÑADAS, INMADURAS Y DETERIORADAS NO SE CONSERVAN TAN BIEN COMO LAS SEMILLAS MADURAS, SANAS Y VIGOROSAS.

La potencialidad del almacenamiento de los lotes de semilla aún si son de la misma clase, de la misma variedad y germinación inicial difieren en proporción al grado de deteriorización.

9.- PARA UN ALMACENAMIENTO SELLADO ES NECESARIO QUE EL CONTENIDO DE HUMEDAD SEA DE DOS A TRES POR CIENTO MAS BAJO QUE EL ALMACENAMIENTO ABIERTO.

En la industria de la semilla de vegetales, se usa mucho el almacenamiento sellado para conservar la viabilidad y vigor de la semilla. Ultimamente se ha tomado interés en esta clase de almacenamiento para semillas.

#### 10.- LA LONGEVIDAD DE LA SEMILLA ES UNA CARACTERISTICA DE LA ESPECIE

Algunas semillas son de larga vida, otras naturalmente son de corta vida.

#### XIII.2 ALMACENAMIENTO

Para almacenar semilla de girasol se requiere mayor capacidad, ya que por ser una semilla ligera (30 a 40 kilos/hectolitro), requerirá mayor espacio por volumen . La humedad en la semilla de girasol es básica para su almacenamiento. Si rebasa un poco los límites, puede originar problemas de calentamiento, y aumentar los riesgos de problemas de plagas de almacén, así como favorecer la presencia de hongos. (Ortegón ,1993).

Las principales causas de pérdida durante su almacenaje son humedad propia de las semillas y las condiciones inadecuadas del local o almacén, así como de la excesiva altura del montón de semillas.

Los procesos de degradación del girasol durante su almacenaje pueden clasificarse en algunos de éstos:

- 1) Fermentación de las sustancias orgánicas y procesos respiratorios con la participación de los fermentos naturales contenidos en la misma.
- 2) Procesos biológicos debido a la acción de microorganismos o de organismos vivos.
- 3) Reacciones químicas producidas a partir de las sustancias contenidas en las semillas del girasol (Alba-Llanos,1990).

Los agricultores no se percatan de la importancia de tener limpio el lugar que se utiliza para almacenar el grano. Aún el grano que está sano e intacto, cuando se coloca en el almacén, puede ser dañado por insectos o arruinado por hongos si no se almacena en forma correcta. (Lindblad y Druben 1986).

Vranceanu (1977) considera que para una buena conservación de la semilla en el almacén, la capa de semillas no debe superar la altura de 1.5 m para semilla húmeda, y de 3.5 m. Para semilla seca. La temperatura en el interior de la masa de semillas no debe pasar 5oC la temperatura del ambiente; en caso contrario, se deben tomar medidas para su aireación. La ventilación es más eficaz cuando el aire utilizado tiene una temperatura más baja que la del almacén.

El girasol debe ser almacenado con no más del 10 al 11% de humedad y en lugar adecuado si se le desea conservar sin alteraciones de ningún tipo. Cuando se realiza entre el 11 y el 14% se debe controlar el proceso y es posible que se manifiesten focos de alteración con elevación de temperatura, pérdida del poder germinativo y porcentaje de materia grasa,

aumento de la acidez y en caso extremo, fermentación total. Para reducir en un 2 ó 3% la humedad de un girasol almacenado, sólo se requiere un traslado en días con bajo porcentaje de humedad relativa y preferiblemente ventosos. El aire seco y en movimiento constituye un gran desecante (Saumell ,1976).

Si los granos y semillas se cosechan en buena condición y se guardan a bajos contenidos de humedad y a baja temperatura pueden retener su calidad original y aún su poder germinativo por años. Pero también son susceptibles a la invasión y daños causados por insectos, ácaros, pájaros, roedores y hongos (Christensen ,1976).

Requisitos para un buen almacenamiento:

El almacenamiento de la semilla de girasol debe hacerse en bodegas de mampostería que presenten ambientes frescos, ya que ésta planta oleaginosa reviste peligro durante su almacenamiento en virtud de que puede elevar su temperatura hasta llegar a incendiarse. El almacenamiento de las semillas de girasol está sujeto a los siguientes requisitos:

- 1) Humedad no mayor al 8%
- 2) Bodegas con sistema de aireación.
- 3) Cuando la bodega sea cargada a granel, éste no deberá rebasar los 4 mts., de altura.
- 4) La bodega debe contar con puertas laterales, esto con el fin de dejar pasillos de

puerta a puerta.

- 5) Durante el almacenamiento deben estar abiertas las puertas y ventanas.
- 6) Los sistemas de aireación deberán funcionar extrayendo el aire de la masa de grano.
- 7) Las pilas deberán ser lo más angostas posibles, que no pasen los 15 mts., de ancho.
- 8) El almacenamiento puede efectuarse fuera de la bodega, formando pilas de 15 mts., de ancho por 30 mts., de largo y 4 mts., de alto, con aproximadamente 900 Ton. Estas pilas pueden cubrirse con polivinilo blanco para reflejar la radiación solar.
- 9) Las mermas biológicas que sufre el girasol durante el almacenamiento son mayores a los cereales.
- 10) La fumigación de girasol almacenado deberá realizarse por el método de recirculación y en girasol encostalado puede hacerse por gravedad. En climas cálidos puede usarse el 80-20 (bisulfuro de carbono y tetracloruro de carbono). En climas templados, el bromuro demetilo y el fósforo de aluminio (Amador ,1969).

Cuadro XIII.2.1      Influencia de la ventilación activa sobre la temperatura y la humedad de las semillas de girasol.

Peso de las partidas de Semillas (Tm)	Duración de la ventilación (min)	características del aire. Humedad relativa y temperatura		Temperatura de Las semillas (°C)		Humedad de las semillas (%)	
		%	°C	Antes de la ventilación.	Después de la ventilación.	Antes de la vent.	Después de la vent.
130	22	76	13	45	15	12.1	10.1
340	26	76	12	48	13	12.1	9.7
710	16	67	15	48	15	11.5	10.7
3,500	39	76	13	45	14	11.5	10.3

La ventilación de las semillas es más eficaz cuando el aire utilizado tiene una temperatura más baja que la del almacén. Por esto, este trabajo debe hacerse por la mañana, por la tarde o por la noche, pero no en las horas centrales del día (Vranceanu , 1977)

#### XIV. ANALISIS PARA LA DETERMINACION DEL CONTENIDO DE ACEITE Y PROTEINA

##### Contenido de Aceite

Los granos de la cosecha por parcela se homogenizan, se molieron y se pesaron 5 grs. (+0.5) de grano por duplicado y se colocaron en el extractor Soxhlet utilizando hexano como disolvente de extracción de grasa, con los resultados obtenidos se calcula el contenido de aceite (%).

##### Contenido de Nitrogeno-Proteina

Del grano cosechado se tomo 1 gr. Por duplicado, este es molido y se le agrego ácido sulfúrico y mezcla reactiva de selenio la reacción se efectuó en un aparato digestor-destilador Kjendhal en donde se realizó la digestión de la muestra en seguida la muestra se destiló utilizando ácido bórico al 4% y finalmente se realizó la titulación del nitrógeno mediante ácido clorhídrico 0.1 normal. Con los resultados obtenidos se calculo el contenido de nitrógeno (%). Este resultado multiplicado por el factor de 6.25 nos proporciona el contenido de proteína cruda (%) de la muestra.

##### Rendimiento de Aceite

El rendimiento de grano es multiplicado por el contenido de aceite y dividido entre 100 para obtener el rendimiento de aceite en gr/pta.

## Porcentaje de aceite

El contenido de aceite se cuantifica mediante reflujo del grano, previamente secado y molido, éste se lleva a cabo con un solvente (hexano) utilizando el método de Soxhlet, el cual se basa en diferencia de peso de la muestra antes y después del tratamiento con el solvente.

## Porcentaje de Proteína

Para cuantificar el contenido de proteína se utiliza el método de Kjendhal, cuyo procedimiento es el siguiente:

1. Pesar la muestra (1 a 2 gr. De grano secado y molido y 5 gr. De mezcla reactiva de selenio como catalizador); colocarla en un matraz Kjendhal.
2. Agregar 300 c.c. de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) y colocarlo en el digestor elevando la temperatura en forma gradual.
3. Enfriar y agregar 200 c.c. de agua destilada y diez perlas de vidrio para controlar la ebullición. Dejar enfriar nuevamente
4. Agregar 100 c.c. de hidróxido de sodio al 45% ( $NaOH$ ), cuidadosamente y por las paredes del matraz, introduciendo éste en un baño de agua a temperatura ambiente.
5. Colocar el matraz en el destilador y recibir el destilado más o menos 100 a 150 c.c. de ácido bórico al 4% ( $H_3BO_3$ ) con diez gotas de indicador para proteínas (mezcla de rojo metilo y azul de metileno).

6. Titular con ácido clorhídrico 0.1 N aproximadamente.

$$\% \text{ de proteína} = \left( \frac{(\text{c.c. gastados de HCL}) (\text{Normalidad del HCL}) (0.014) (6.25)}{\text{gr .de muestra}} \right) 100$$

Mediante los métodos anteriormente mencionados el número de muestras diarias analizadas es relativamente pequeño (15 a 30 muestras).

Utilizando el método electrónico para la determinación del porcentaje de proteína y aceite Neotec 31 EL, las muestras diarias analizadas son en número mayor que utilizando métodos tradicionales (500 o más).

#### Determinación del contenido de aceite NMR

(Análisis de resonancia magnética nuclear)

La determinación del contenido de aceite de las semillas, tradicionalmente a involucrado en algún tipo de proceso de extracción. Estos procesos han sido comparativamente lentos, han consumido grandes volúmenes de solventes, y han requerido de operadores con experiencia. Una nueva técnica analítica a sido disponible y que puede proveer el mismo dato de contenido de aceite. Esta técnica involucra el uso de analizadores de resonancia magnética nuclear (NMR).

Sin entrar en detalles teóricos de cómo esté trabajo, se puede decir que el NMR determina el número de átomos de hidrogeno que están en un estado liquido. Existen solamente dos tipos de líquidos en la semilla, aceite y agua. Si el agua es removida por secado, solamente el aceite producirá una señal cuando sea analizado por el NMR. Así

una estimación del contenido de aceite en la semilla puede ser obtenida secando la semilla, pesando una muestra y analizándola con el NMR. Es posible analizar la semilla sin haberla secado primero, pero la precisión se reduce.

El uso del NMR para el análisis del contenido de aceite en las semillas comenzó a principios de los sesenta cuando Conway y Earle reportaron una alta correlación (0.99) entre los datos del NMR y los datos de extracción de 18 diferentes semillas. Esto fue seguido por un uso extensivo de maíz y soya en la universidad de Illinois. Este trabajo fue hecho con producción limitada, caro, e instrumentos NMR. A fines de los sesenta el analizador NMR marca Newport empezó a ser disponible a un costo razonable y el uso del NMR se expandió rápidamente. El análisis del NMR el cual es de naturaleza no destructiva es una técnica ideal para el uso en programas de mejoramiento genético para mejorar el contenido de aceite en las semillas.

Es seguro para decir que cada programa de mejoramiento de semilla oleaginosas a sido beneficiado el uso del NMR. Existen otros fabricantes de los analizadores de NMR llamados Bruker y Praxis. Sin embargo debido al tamaño de la muestra a habido restricciones, se encontró un uso limitado en los análisis de girasol y otras semillas oleaginosas (Zimmerman ,1978).

## XV. CALIDAD DEL ACEITE

Dada la excelente calidad del aceite de girasol obtenido, los granos se utilizan casi exclusivamente en la industria aceitera.

Además en su empleo en la alimentación, el aceite de girasol sirve también como materia prima en la fabricación de colorantes para pinturas, jabones y aceite para lámparas.

Los subproductos de la industria aceitera, en particular la torta de girasol, son un excelente alimento para el ganado.

Los criterios de calidad son muy variables y pueden referirse al aspecto exterior, a la forma, al tamaño, al olor o al gusto, no puede olvidarse, a este respecto, las condiciones culturales que impregnan los regímenes, los hábitos alimentarios (Nagaraj , 1995)

La limpieza y el buen estado sanitario de un producto son cualidades primordiales en el mercado. Tomando un puñado de grano de un saco por ejemplo, un comerciante ve de inmediato si se desprende un polvo harinoso y deduce si procede o no de infestación por insectos. Del mismo modo, un mal olor puede hacerle sospechar que ha habido ataque de roedores, que podrían confirmarse por la presencia de excremento y pelos de ratas o ratones.

Las pérdidas de calidad se traducen pues en una disminución del valor mercantil del producto.

Clasificación de calidad cualitativas de un lote de girasol son :

- El contenido de humedad : adecuada para la conservación o la manipulación ulteriores del producto.
- El color: homogéneo y propio del tipo de producto considerado.
- El olor: no debe de hacer sospecha, ninguna transformación bioquímica en curso.
- La limpieza: viene indicada por la tasa de impurezas, cuyo valor debe corresponder a las normas de calidad establecidas.
- La infestación: debe comprobarse la ausencia de insectos u otros organismos vivos.

La calidad y digestibilidad de los aceites se determinan por la cantidad y calidad de los ácidos grasos no saturados que contienen, el cuerpo humano. La presencia de ácido linoleico es fundamental en cantidades adecuadas puesto que el organismo no lo pueden sintetizar. Entre las oleaginosas, el aceite de girasol es considerado como el de mejor características nutritivas, especialmente cuando se le compara con los más conocidos como el de algodón, soya y cartamo. La principal característica es su alto contenido de ácido graso no saturado, lo cual favorece su empleo en la elaboración de margarinas, mayonesas y ensaladas, además de su uso común como aceite para cocinar. (Ortegón, 1993).

Coscia (1982) menciona que los principales factores que gravitan en la calidad o bondad de los distintos aceites comestibles son 3. A saber: el grado de estabilidad, las características organolépticas (sabor, olor, color, etc...) y el nivel nutricional.

El grado de estabilidad se computa tanto la capacidad de mantener el sabor en el transcurso del tiempo (no enranciarse), como la resistencia a experimentar cambios frente a las variaciones de temperatura, tanto frente a las bajas (no enturbiarse o solidificarse) como frente a las altas, en especial cuando se emplea en la preparación de frituras.

Las características organolépticas: sabor, olor, color, etc..., incidencia por lógica sobre la calidad de los aceites, aunque las preferencias en estos distintos aspectos no son de carácter universal sino que están muy asociados a factores subjetivos del consumidor. El tercer factor de calidad es el es el nivel nutricional o, más directamente, el factor relacionado con la salud, en los aceites existe una estrecha correlación entre la composición en ácidos grasos y el comportamiento en cuanto a la salud humana, en el campo específico de los problemas cardiovasculares, siendo los aceites más iniciados los que contienen un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, particularmente del linoléico.

Actualmente el cultivo de girasol ha tenido gran importancia debido principalmente a la alta calidad de aceite que se extrae de la semilla y a la fuerte demanda que existe por este producto; por esta razón se requiere elevar la producción para satisfacer la demanda

por el incremento de la población, ya que existe un déficit en la producción de oleaginosas de un 85%.

Asimismo es importante por su elevada producción de aceite que va de un 35 a un 50% de su peso total de la semilla y es considerado como el de las mejores características nutritivas en comparación con algodón, soya y cartamo además a tenido gran auge como sustituto de las grasas de origen animal (Valencia, 1996).

Dorrel y Whelan (1978) dicen que las condiciones ambientales afectan principalmente los parámetros de calidad de aceite.

El aceite de girasol ocupa uno de los primeros lugares en los mercados mundiales, debido al alto contenido de ácidos grasos polinsaturados lo cual le confiere alta calidad, características principales en este cultivo. La popularidad del aceite de girasol en Europa así como en países del este Asiático es basada en la composición de dicho aceite, y se utiliza para elaboración de margarinas, aceite para ensaladas y para cocinar, principalmente, debido a la ausencia de colesterol. Recientemente se ha comprobado que una dieta rica en ácidos grasos poliinsaturados reduce el colesterol en el plasma, disminuyendo las enfermedades cardiovasculares. Además debido al alto grado de poliinsaturación el aceite de girasol con un alto contenido de ácido oleico lo hace menos susceptible a los cambios oxidativos que se producen durante la refinación, almacenamiento y freído, pudiendo ser calentado a altas temperaturas sin que este despidan humo. Asimismo los alimentos pueden ser cocinados de una manera más rápida y absorber menos aceite. A esto se añade que la calidad del aceite es retenida más

tiempo durante el almacenamiento tanto en la semilla que en el procesado, lo cual es una característica muy importante consideradas por las compañías industrializadoras de alimentos (Miller et al. 1987).

Valencia (1992) realizó bajo condiciones de temporal en las localidades de Tepetitlán, Ozumba y Chapingo, estado de México en el ciclo primavera-verano la caracterización de 20 genotipo de girasol por su rendimiento, contenido y calidad del aceite; para ello se evaluaron las variedades de altura de planta, diámetro de capitulo, número de hojas por planta, área foliar, 50% de floración, rendimiento de aquenio, peso helectrolítico, contenido de aceite, ácido linoléico, ácido oléico, ácido esteárico y palmítico.

El aceite se forma a partir de los hidratos de carbono en los tejidos de reserva de la semilla. El comienzo del proceso de formación de aceite se observa por el incremento en el coeficiente de respiración. Explicandose este fenomeno debido al hecho de que los azucares son muy ricos en oxígeno, mientras que los ácidos grasos no los son, meciona ademas que el proceso de formación de aceite participa tambien una gran cantidad de agua; la formación de glicerina y de los ácidos grasos tienen lugar en un ambiente rico en este compuesto, por lo que el suministro de agua durante el periodo de formación y llenado de la semilla es de gran importancia (Robles, 1980).

Cuadro XV.1. Especificaciones de calidad del aceite de girasol

<b>Características</b>	<b>Valor</b>
------------------------	--------------

Acidez	0.05% Max
Color Rojo	1.0
Color Amarillo	10.0 Max
Peróxido	1 Meq/kg. Max
Punto de Humo	225 °C Min.
Estabilidad	20 Hrs. A.O.M. Min.
Aspecto	Brillante
Olor y Sabor	Neutro

## XV.1 OTROS ACEITES VEGETALES.

### **Aceite de soya**

Este aceite debidamente elaborado se ha establecido como un aceite de alta calidad adecuado para la mayoría de las aplicaciones del aceite comestible. Se puede esperar que sostenga su posición predominante en este ramo debido a su disponibilidad y costo relativamente bajo. Con la posible excepción del aceite de semilla de girasol, la mayoría de las demás semillas oleaginosas comerciales probablemente no se incrementen en la misma medida que la soya, debido a limitaciones de su características agronómicas, de composición o de otra índole.

### **Aceite de cártamo.**

El aceite de cártamo tiene un alto nivel de ácido linoléico 73% y poco ácido linolénico 1%; por estas razones su precio es de “primera”. También existen una variedad de aceite de cartamo con alto contenido de ácido oléico con 78% de este ácido y 12% de linoléico.

**Aceite de maíz.**

En base seca, el contenido de aceite de grano de maíz es aproximadamente 5% en comparación con 20% de la soya, y se encuentra concentrado en el germen. El aceite de maíz es de “primera” por su alto contenido de ácido grasos poliinsaturados, y su bajo contenido de ácido linolénico, que es de menos del 1%. El aceite de maíz siempre ha costado más que el de la soya, y probablemente, siga esta misma relación en el futuro por su limitada disponibilidad y creciente demanda.

**Aceite de colza.**

La colza es un planta agrónomicamente adecuada para los climas del Norte y se cultiva mucho en Canadá y Europa Septentrional. La llamada variedad de cero ácido erúxico contiene 53% de ácido oléico y 11% de ácido linolénico.

**Aceite de cacahuate (maní).**

El aceite de cacahuate tiene menos ácido linoléico 31% y más ácido oléico 46% que el de soya. Hay una gran demanda para el cacahuate entero para uso comestible en los Estados Unidos (1.9 mil millones de libras en 1978/79) y para exportación (mil millones de libras).

**Aceite de semilla de algodón.**

Este aceite tiene un mayor contenido de ácidos grasos saturados que el de soya, en su mayor parte ácido palmítico, pero tiene menos de 1% de ácido linolénico. El alto nivel de ácido palmítico favorece la forma cristalina beta, que es necesaria para grasas de cocina plásticas.

### **Aceite de palma.**

Actualmente el aceite de palma compite con el de soya principalmente en los mercados europeos. El 42% de ácido palmítico que contiene, favorece la forma de cristal beta, y por razón, así como por su costo de producción relativamente bajo, es de esperarse que el aceite de palma se mantenga en su actual posición competitiva.

## XVI. ASPECTO DE INDUSTRIALIZACIÓN DEL GIRASOL

### XVI.1 SISTEMAS DE EXTRACCION DEL ACEITE

Diagrama XVI.1-1 en las etapas de elaboración de aceite, no se menciona la extracción por prensado (caja abierta y de caja cerrada). Ya que la extracción del aceite por solventes es el método que ha venido reemplazándolo por lograr altos rendimientos de extracción. Otra de las etapas que no se escribe es la vernalización ya que el aceite de girasol resiste las bajas temperaturas.

Descripción de los procesos de extracción del aceite:

#### 1.- Transportes

El transporte de la semilla de girasol del campo a la fábrica se lleva a cabo en furgones de ferrocarril (a granel o en costales), en camiones, etc. El transporte debe tener buenas condiciones para que la semilla no se deteriore. Estas condiciones entre otras pueden ser las siguientes: a que los transportes se encuentren totalmente secos; que no contengan residuos de cosechas pasadas, ya que en los residuos se hayan focos de infección muy importantes; si los transportes y las semillas se encuentran desinfectados es mucho

mejor.

## 2.- Selección y Limpieza de la Semilla.

Esta se realiza mediante la separación de la materia extraña tal como; tierra, piedras, hojas y tallos. La separación se realiza usando tamices vibratorios y separadores de aire. Los pedazos de hierro se remueven mediante magnetos.

## 3.- Descascarado

El problema central en el procedimiento de procesar la semilla es la eliminación de la cáscara o cascarilla, para lo cual se utiliza un descortezador especial. La eficiencia de éste proceso es de suma importancia, ya que la calidad y por tanto el precio que pudiera tener la “torta” de girasol, sería por una mala descortificación, que da por resultado un contenido de un 25% o más que fibra cruda en la pasta. Esta cifra se puede reducir fácilmente hasta un 13% más o menos haciendo una buena labor de descortezado.

Existen en el mercado máquinas especializadas para descascararla semilla de girasol, una de ellas es la M.P.H. (rusa), la cual es una de las más efectivas en el descascarado. La máquina descascaradora se compone de los siguientes conjuntos principales: cuerpo, contratambor (concavidad), tambor, batidor, caja receptora con mecanismo alimentador y motor eléctrico.

El proceso de descascarado es como sigue: Las semillas que entran en la máquina se cogen rápidamente con el tambor batidor en movimiento y se lanzan a la superficie ondulada del contratambor. Como resultado de los repetidos golpes del batidor y también del rozamiento de las semillas con el contratambor, las cáscaras de éstas se destruyen, a continuación la mezcla de las semillas demolidas junto con el núcleo de las mismas, cae en la parte inferior del cuerpo y se expulsa de la máquina. Durante el proceso se forma polvo, que hay que extraer aspirándolo.

#### 4.- Trituración

La transformación de las semillas oleaginosas en partículas pequeñas facilita la extracción del aceite, ya sea por prensado mecánico o por la acción de disolventes.

Las semillas trituradas facilitan la extracción del aceite con disolventes, tanto por el efecto de rompimiento ejercido por la trituración, como por la disminución de las distancias que debe recorrer el aceite y el disolvente dentro y fuera de la semilla.

Para la trituración de las semillas, se utilizan los molinos de rodillos, éstos consisten en una serie de 5 rodillos colocados verticalmente, uno encima del otro. La semilla se introduce entre los dos rodillos superiores por medio de un mecanismo adecuado de alimentación, pasando entre los pares de rodillos contiguos, desde la parte superior del

molino hasta el fondo del mismo, “laminándose” la semilla cuatro veces. El producto una vez cernido, descascarado, limpiado y laminado pasa al tratamiento térmico.

#### 5.- Cocimiento o Tratamiento Térmico

Está universalmente comprobado que las semillas oleaginosas dan más fácilmente su aceite por prensado mecánico, cuando han sido sometidas previamente a cocción.

Las gotas de aceite de la semilla, son casi de tamaño ultramicroscópico y se hayan distribuidas por toda la semilla. Uno de los efectos de la cocción es favorecer la reunión de estas gotas, en otras mayores, que puedan extraerse más fácilmente de las semillas.

El objetivo del proceso de cocción se puede resumir en dos partes:

a).- La coagulación de proteínas de las semillas, agrupando el aceite disperso y haciendo a los sólidos de las semillas permeables al flujo de aceite.

b).- La disminución de la afinidad del aceite para las superficies de los sólidos, para conseguir el máximo rendimiento en el prensado.

Otros efectos secundarios del proceso son: El secado de las semillas, para dar a la masa la plasticidad adecuada para un prensado eficaz; la insolubilización de los fosfátidos y

otras impurezas indeseables; la destrucción de mohos y bacterias; y el aumento de la fluidez del aceite, al aumentar la temperatura.

Aparte de el efecto a que ejerce la cocción sobre el rendimiento en aceite, está determina también en grado considerable la calidad del mismo y la de la “torta”.

La sobrecocción de las semillas destinadas al prensado hidráulico, se lleva a cabo generalmente en hornos verticales. Estos hornos contienen una serie de 3-6 bandejas cilíndricas, cerradas y superpuestas, cada una de las cuales está provista de camisas de vapor, tanto en las paredes como en el fondo, agitadores barrientes, montados cerca del fondo y accionados con un árbol común, extendido a través de toda la serie de bandejas. La última bandeja, situada casi en el fondo del horno, descarga directamente al molde de la “torta”

Durante el proceso, las partículas de las semillas se introducen en la bandeja superior, a velocidad constante por medio de una cinta de transmisión. Después del período de cocción previsto para cada bandeja, cada carga de semillas cae automáticamente en la bandeja inferior, ya vacía, de modo a que existe un paso continuo de semillas, que caen a través del horno.

La presión del vapor de agua en las bandejas superiores, se suele mantener de 5-6.8 kg/cm.2 con el objeto de proporcionar un calentamiento rápido, mientras que se

disminuye algo la presión en las bandejas inferiores, en las que solo es necesario mantener la semilla caliente a la temperatura de cocción, que suele ser de 110-115°C.

El tratamiento térmico de las semillas destinadas al prensado continuo, por prensas de tornillo o “expellers” es un poco diferente del que se le da a las semillas destinadas al prensado hidráulico. Las primeras, no solo deben estar cocidas, sino secadas en grado considerable, ya que en el prensado continuo de éste tipo, solo opera satisfactoriamente con productos de bajo contenido de humedad, ordinariamente entre 2-3% en peso haciéndolas pasar a través de secadores rotatorios, calentados con vapor, equipados con ventiladores y colectores de polvo.

En estos secadores, las semillas se mantienen a una temperatura cercana a los 132°C., transportándose a los “expellers”, a esta misma temperatura; sin embargo, para dar tiempo a la transformación de las proteínas y alcanzar las condiciones de equilibrio entre el calor y la humedad de las partículas, las semillas se someten a otro tratamiento térmico en unas artes calentadas con vapor, provistas de transportadores sin fin, que forman parte integrante de los “expellers” o prensas de tornillo. La semilla experimenta un ulterior calentamiento, dentro de la misma prensa, debido al calor desarrollado por la fricción; la temperatura máxima alcanzada por las partículas puede llegar a ser de 150°C

## **Extracción del Aceite**

Extracción por prensado:

Existen dos métodos de prensado: El de caja abierta y el de caja cerrada, que consiste en una prensa de tornillo continuo conocido como “expeller” el cual hace un trabajo continuo a diferencia del primer método a que es discontinuo (Prensas hidráulicas).

#### Prensa de Caja Abierta:

En esta se emplea una presión de alrededor de 4,000 lb/plg<sup>2</sup>, para este tipo de prensas se ajusta el material en el cocimiento a un contenido de humedad a veces hasta del 20%

Con la aparición de las prensas de tornillo “expeller”, las prensas de caja abierta han ido desapareciendo.

Las prensas de caja abierta son verticales conteniendo una serie de placas de prensa perforadas horizontalmente. La placa más baja descansa sobre el pistón hidráulico, a lo largo de las placas, tienen paredes de acero con canales muy juntos que embonan a la manera de cajones, lo que simplifica el uso de filtros de paño.

Antes del prensado, la materia cocida y laminada se envuelven y se le da la forma de un pan por medio de una presión moderna en un formador de panes, se pasa el pan a la prensa y el aceite es extraído por prensado y forzado a pasar a través de un filtro de paño, el aceite fluye por los lados de la prensa hacia un recipiente que esta en el fondo y se recolecta en un tanque de reposo antes de filtrarlo.

La cantidad de aceite que queda en el residuo (“torta”) es de 6-15% en peso.

#### Prensa de Caja Cerrada (“expeller”).

El material por prensar una vez cocido y seco se lleva al acondicionador, el cual es un recipiente con agitador interno que va colocado sobre el expeller, aquí es donde se hace el ajuste final por temperatura y humedad; La humedad queda en un 2-3%. La presión que se ejerce oscila entre 20,000-40,000 lb/pg<sup>2</sup>.

El expeller consiste esencialmente de una caja cilíndrica conteniendo una flecha de gusano helicoidal y está provista de aberturas de drenaje para la salida del aceite prensado.

Con la carga cocida y seca, se alimenta un tonel horizontal y se sujeta a una presión que aumenta progresivamente por medio de la flecha de gusano, que expelle la carga a través de una abertura reducida que está al final de la caja, ésta abertura es de 1 mm o menos y se regula con espaciadores.

Los expellers modernos reducen el contenido de aceite hasta un 4-8% en la pasta resultante.

#### 6.- Extracción por solventes:

La extracción del aceite por solventes ha venido reemplazando rápidamente a los otros métodos de extracción, porque además de ser un proceso continuo, se logran más altos rendimientos de extracción.

Existen dos métodos de extracción por medio de solventes: El de tipo percolador y el de inmersión total.

#### Tipo Percolador:

Tiene la apariencia de un elevador de cubetas, las cuales tienen el fondo perforado. La semilla en escamas con las que son cargadas las cubetas, son rociadas con solvente tanto del lado del descenso como del ascenso del extractor. Las escamas ya extractadas son transportadas hacia el desolventizador, en donde se remueven el solvente, con ayuda de calor y vapor.

Con frecuencia es tostado el residuo por el calentamiento, se le agrega humedad para posteriormente enfriarse y pulverizante.

#### Tipo Inmersión total:

Consiste en un sistema de "U", de transportadores de tornillos perforados, los cuales mueven las escamas en contra de la corriente solvente. Las escamas son transportadas hacia abajo por una de las secciones de la unidad pasando a través del solvente. Posteriormente las escamas son transportadas hacia el otro lado por medio de un tornillo horizontal, por

donde ascienden varios centímetros arriba del nivel del solvente.

El aceite es sacado hacia fuera por drenaje, mientras las escamas están en la posición elevada. Se introduce el solvente fresco en la sección ascendente de manera que fluye en contra de la corriente del paso de las escamas.

Las operaciones de pre-extracción son similares en las usadas en el método de extracción por prensado.

Como las semillas de girasol descortada contiene más de un 75% de aceite, es necesario pasar el material por un prensado de tornillo para dejarlo entre un 8-18%, y luego pasarlo por el solvente para que el residuo quede entre un 0.5-2% de aceite en peso del residuo.

Los solventes más usados son: El n-hexano, el benceno, el éter de etilo, la acetona, el etilmetil-cetona, el ciclo hexano y el bisulfuro de carbono.

Se usan varios sistemas para desolventizar las escamas, pero en general se usa un evaporador de tubo largo, para recuperar alrededor del 90% del solvente de la mezcla (aceite-solvente) filtrado, el remanente del aceite se remueve en una columna de destilación.

## 7.- Almacenamiento del Aceite

Una vez que el aceite se ha separado de la semilla y se va a almacenar, es conveniente hacer la remoción de la materia finamente dispersa y disuelta coloidalmente así como las gomas que contiene el aceite de girasol.

El proceso consiste en mezclar el aceite a una temperatura de 130-160°F con agua a vapor durante media hora, después se pasa por un separador de centrifuga y las partes sólidas se colocan en un matiz, que corre en una banda sinfín, para remover por gravedad el aceite que queda adherido a las partículas sólidas y éstas se regresan a los expellers.

El aceite crudo y limpio ya se puede almacenar en los depósitos especiales para tal fin.

## 8.- Refinación del Aceite

Neutralización:

Para la neutralización, usando el proceso de refinación alcalina, es necesario que, el laboratorio de la planta muestre y determine las cantidades de sosa cáustica que hay que mezclar con el aceite para neutralizar los ácidos grasos libres.

El aceite crudo, procedente del tanque de alimentación, se bombea continuamente a un mezclador mecánico, donde se trata con una cantidad de solución de sosa cáustica; se dispone de una constante de álcali, en relación al flujo de aceite, procedente del mezclador, pasa a través de un calentador de vapor a baja presión en donde la emulsión se rompe, al elevar la temperatura a 60-70°C; inmediatamente después de esto, el aceite refinado y el jabón se separan en una primera batería de supercentrífugas. De éstas el jabón cae, por gravedad en un tanque receptor alargado y el aceite pasa a través de un tanque pequeño, en

donde los barros que quedan acompañarlos, se eliminan por decantación, y de allí pasa a un tanque de lavado.

El tiempo que pasa entre la introducción de la lejía y la separación del jabón es de solo de tres minutos.

En el tanque de lavado, el aceite se mezcla continuamente con agua caliente (de 10-20%), manteniéndose la temperatura de mezcla entre 70-80°C.

Se necesita el contacto íntimo del agua con el aceite para eliminar pequeños residuos de jabón (por lo general de 0.10 a 0.20%), que queda en la primera separación; la mezcla agua-aceite se extrae del fondo del tanque y se precipita rápidamente a través de un pequeño tubo superior y de allí al tanque de lavado.

El tiempo de contacto entre el aceite y el agua dura aproximadamente 10 minutos. Desde el tanque superior, la mezcla agua-aceite cae por gravedad a una batería de centrífuga secundarias, que separa el agua y el jabón disuelto del aceite lavado.

El agua de lavado, de la operación anterior pasa a un tanque distribuidor y de éste se pulveriza al interior de un desecador al vacío, manteniéndose a una presión constante de 38 lb/plg<sup>2</sup>. Por medio de dos inyectores de vapor de dos fases, provistas de condensadores barométricos. Por ésta pulverización, el contenido de humedad se reduce hasta un 0.05% o menos.

El aceite neutralizado, lavado y seco, procedente del desecador, se bombea para su tratamiento posterior o se almacena.

#### 9.- Decoloración o Blanqueo

Decoloración discontinua al vacío: Es el método más antiguo de decoloración. Este implica el uso de calderas abiertas cilíndricas, con fondos cónicos, provistas de agitadores mecánicos y serpentinas de calefacción por vapor. Tales calderas suelen tener una capacidad menos superior a 15,000 kg., ya que conviene que la separación de la tierra y el aceite se efectúe en un tiempo razonablemente corto, después de que se añade la tierra. El calentamiento debe ser lo más rápido posible y el período total del mismo no debe exceder de un hora.

La tierra decolorante, se añade un poco antes de que se alcance la temperatura de decoloración (105-110°C) o sea a los 75-80°C. Con frecuencia se mezcla la tierra con parte del aceite, en un tanque pequeño colocado aparte, hasta formar un barro concentrado.

Después de que se ha terminado el calentamiento, se continua la agitación durante 15-20 minutos y se empieza a vaciar el aparato bombeador a través de filtro- prensa. Las primeras porciones de aceite que pasan el filtro, retornan a la caldera para su clarificación y también para aglutinar las tierras en las cámaras del filtro y conseguir una mejor decoloración.

Cuando se obtenga el aceite reciclado, con un color mínimo, se desvía éste a los recipientes o tanques de almacenamiento de aceite decolorado.

La decoloración discontinua al vacío, se lleva acabo, para proteger el aceite de la oxidación.

Decoloración continua al vacío: Esta decoloración también protege al aceite de los efectos perjudiciales de la oxidación, pero de un modo más perfecto que la decoloración anterior. Esto es debido a que consigue una mejor desaireación por pulverización del aceite al vacío, que por agitación en un recipiente de grandes dimensiones.

No solo se desairean mejor, el aceite y la tierra, sino que reduce el tiempo de contacto entre ellos. Esto se hace para que disminuya el contenido de jabón del aceite decolorado.

El procedimiento de la decoloración continua al vacío es como sigue: La carga del aceite procedente del almacenamiento, se mezcla continuamente con el absorbente, en proporciones medidas y la papilla resultante, se pulveriza en la parte alta de la torre de blanqueo, que ésta al vacío, para eliminar el aire y la humedad libre.

La papilla que sale por la mitad de la torre, se calienta a la temperatura de decoloración y se vuelve a pulverizar en la sección interior de la torre, para eliminar la humedad combinada de la tierra.

La mezcla arcilla-aceite, se bombea a través de un filtro prensa para separar la arcilla del aceite, el cual pasa por un refrigerante hacia los tanques de almacenamiento.

Los absorbentes decolorantes más usados son: El carbón activado y la tierra fuller.

#### 10.- Deodorización:

Al decolorar con absorbentes, se ejerce una ligera acción deodorizante, pero hay que completarla.

El proceso de Deodorización, consiste en quitar por medio de la destilación con vapor, los constituyentes odoríferos volátiles, con elevadas temperaturas y presiones reducidas de 6 mm de mercurio en el fondo. Esto se aplica una vez que el aceite está refinado y blanqueado.

El aceite ya refinado y blanqueado pasa a un desaireador, posteriormente a un precalentador, en donde circula a contra-corriente, aceite caliente que viene del deodorizador; continúa su calentamiento en un intercambiador de calor que utiliza "Dowtherm" (mezcla de difenilo y óxido de difenilo), para que el aceite soporte altas temperaturas, para elevarlo a una temperatura adecuada de 240°C.

Después pasa a la torre deodorizante, en donde recibe vapor sobrecalentado a contra-corriente, éste vapor arrastra los malos olores. Del deodorizador continúa al precalentador para ceder su calor al aceite frío que se va a deodorizar, termina su enfriamiento en un

intercambio de calor, donde circula agua fría a contra-corriente, de aquí pasa a un filtro y continúa al envasado.

Vernalización:

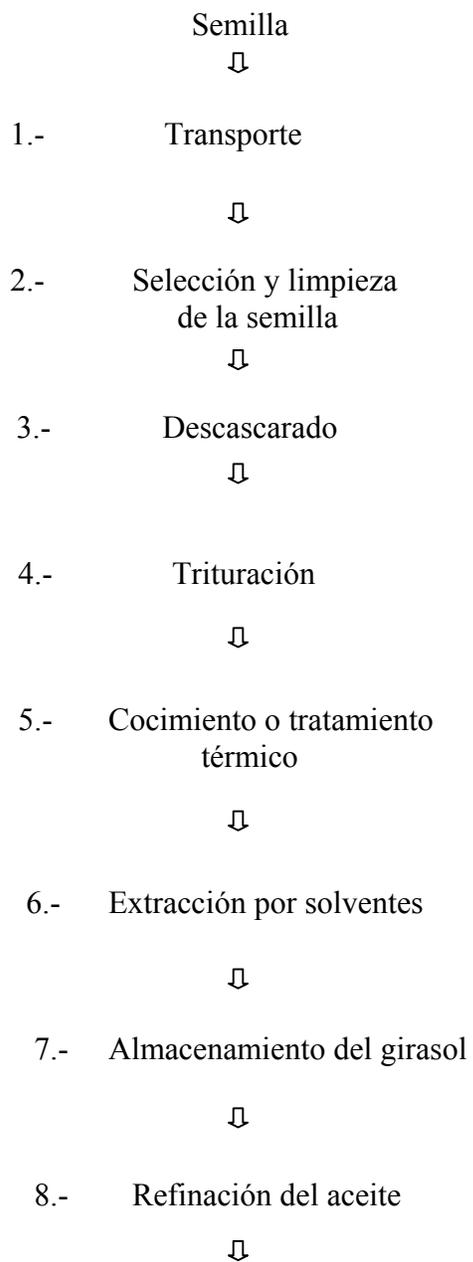
El aceite de girasol no requiere que se le de el tratamiento llamado vernalización o winterizado, ya que resiste las bajas temperaturas sin congelarse o enturbiarse.

#### 11.- Envasado del aceite

El aceite, cuando ya pasó por todo el proceso de refinación hasta llegar al deodorizado, está listo para envasarse. El aceite se puede envasar con máquinas especializadas, llenadoras y selladoras de botellas de vidrio, de plástico o tetrapack. También se puede envasar en latas de 25-50 litros de capacidad.

(Amador, 1969)

Diagrama XVI.1-1 *Etapas para la elaboración de aceite del girasol*



9.- Decoloración o blanqueo



10.- Deodorización



11.- Envasado del aceite

## XVII. ASPECTOS DE IMPORTANCIA ECONOMICO

México cuenta con 1'958,201 Km<sup>2</sup> (195,820,100 has.) de superficie de las cuales 136,935,463 has. Son consideradas como tierras cultivables (D.G.E., 1970).

S.A.R.H (1985) menciona que en 1985 las oleaginosas tuvieron un valor económico del orden de los 117 mil millones de pesos en el país. Las oleaginosas que conforman este grupo son: ajonjolí, algodón, cartamo, girasol, linaza y soya.

Coscia (1982) cita que desde el punto de vista comercial y agronómico se considera como oleaginosas a toda semilla o fruto del cual es posible extraer aceite en términos económicos, no contando en ellos la especie o familia botánica a que pertenece.

El girasol es un cultivo que no requiere de fuertes inversiones; el costo por hectárea de este cultivo es por lo general más bajo que el que se tiene para maíz o sorgo en cualquier región. Una ventaja del cultivo de girasol es que ocupa menos tiempo en la tierra, en relación con los cultivos antes mencionados, ya que por su ciclo vegetativo más corto hay un ahorro en tiempo que puede variar de 30 a 50 días. Esto es importante principalmente en las áreas de riego (S.A.R.H., 1982).

Vranceanu (1977) nos dice que el aceite de girasol representa un 17% de la producción mundial de aceite comestible y tiene un papel importante en el comercio mundial de semillas oleaginosas y aceite.

En el cuadro XVII.1.1 se encuentran especificado los costos de producción por hectárea del cultivo de girasol, para el ciclo primavera-verano de 1999-2000 para el estado de Coahuila, obteniendo los costos por la S.A.G.A.R. de acuerdo con los precios de producción actualizados. El cultivo de girasol bajo condiciones de riego se observa que para producir un promedio de 1.0 Ton/ha. Se necesita hacer una inversión de 7,930.00 de costo directo por hectárea, sin tomar en cuenta los costos del seguro agrícola ya que el crédito no fue proporcionado por un banco de crédito rural, ni se tomo en cuenta los intereses correspondientes. Los precios que aquí se demuestran son bajos, con el fin de incentivar a los agricultores para que sigan sembrando a mayor escala el cultivo de girasol, se demuestra que es una alternativa para sembrar en diferentes zonas agrícolas en condiciones tanto de riego como de temporal en el estado de coahuila y en diferentes partes del país.

Cuadro XVII.1.1 Costo de producción por hectárea

Estado de Coahuila (1999-2000)

Fuente: S.A.G.A.R.

(Pesos)

<b>Preparación del suelo</b>	Costo/Ha.
Barbecho	400.00
Rastra en seco	150.00
Rastra en húmedo	150.00
Cuadreo	150.00
Bordeo	180.00
Unión de bordeo	150.00
Construcción y conservación de acequias	120.00
<b>Siembra y Fertilización</b>	
Siembra Kg/ha. (10)	480.00
Fertilizantes	530.00
Paso de rodadillo	180.00
Siembra y Fertilización	230.00
Flete	180.00
<b>Labores de cultivo</b>	
Cultivo 2° Fertilización	280.00

Deshierbes (3)	150.00
----------------	--------

Escarda	80.00
---------	-------

**Riegos**

Costo de agua	1,800.00
---------------	----------

Trazo de riego	600.00
----------------	--------

**Fito sanidad**

Aplicaciones de Insecticidas	320.00
------------------------------	--------

**Cosecha**

Trilla	1,400.00
--------	----------

Acarreo	400.00
---------	--------

Total	<hr/> 7,930.00
-------	----------------



## **XVIII. CONCLUSIONES**

En México el cultivo de girasol a incrementado rápidamente por poseer un potencial genético y características muy particulares como cultivo.

Uno de los propósitos que se persiguen es ayudar a los técnicos a obtener progresos más sustanciales en el aumento de la calidad de esta oleaginosa y en la producción de grano para satisfacer la demanda de aceite comestible en la cantidad y calidad que exige la población. En el año de 1982 México tuvo una demanda de 1.12 millones de toneladas de aceite y grasas de las cuales el país solo se produjeron el 30% lo cual provoco un déficit constante de 70% de la demanda nacional, posteriormente en la década de los 90's el déficit se ha mantenido arriba del 80%.

El consumo per-capita de aceite y grasa para consumo humano es de 16 litros anuales, por esto es importante incrementar la producción del cultivo de girasol en nuestro país, ya que podría representar un incremento de ingreso económico, también por la necesidad del consumo de aceite de alta calidad, considerando que utilizando el aceite disminuye los problemas cardiovasculares.

Los factores ambientales importantes para el girasol es la temperatura, que desempeña una función primordial en la producción y en la calidad del aceite, los suelos que influyen de manera decisiva en el cultivo, las fechas y densidades de siembra, la fertilización, los riegos, las plagas y enfermedades constituyen toda una tecnología que debe desarrollarse para adaptar el cultivo y mejorar la producción de grano y aceite.

El girasol es posible verlo en forma silvestre en toda los lugares de la República Mexicana.

## XIX. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre , R. A. 1974. Introducción y desarrollo del cultivo del girasol en la región de los llanos de Guadalupe Victoria, Durango. Tesis Licenciatura E.S.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Alba , O. , Llanos C. 1990. El cultivo del girasol, Ed. Mundi-Prensa. Madrid. España.
- Allen , R. 1979. The sunflower, Texas research lends harvest tips, Sunflower Association of America. 5(7): 5-82
- Amador , M. V. 1969. Estudios agro-industriales del cultivo de girasol en México. Tesis. ENA. Chapingo, México.
- Anónimo , 1978. El sol del campo. Un reto nacional, cambio importante en las siembras tradicionales de girasol. México D.F. 16 al 30 de noviembre.
- Baldomero ,C. O. 1972. Cultivos Industriales. Monografía. licenciatura. E.S.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Bertoni , H. 1980. Proyecto de Investigación de Girasol (PIG). Ministerio de Agricultura y Ganadería. Asunción Paraguay.
- Castaños , C. M. 1971. Testimonio de un Agrónomo. 2ª Ed. Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- Carter , F. J. 1978. Sunflower Science and Tecchnology. Committee. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Publishers Madison, Wisconsin, USA.
- Cisneros ,L. G. 1994. Distribución de materia seca y nitrógeno en Girasol ( *Helianthus annuus* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura, UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah.. México.
- Coscia , A. A. 1982. Economía de las Oleaginosas. Ed. Hemisferio sur S.A. e intercoop editora cooperativa LTd. 1ª Ed. Argentina.
- CONASUPO , Compañía Nacional de Subsistencia Populares. 1977. Manual de cultivo del girasol. Centros de capacitación sc.
- Corona , B. C. 1983. El cultivo del girasol en la cuenca del río Panuco: sur de Tamaulipas.

Asociación Mexicana del Girasol A.C. abril No. 1-83 México D.F.

- Cronquist , A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants New York.
- Christensen , C. M. 1976. Contaminación por hongos en granos almacenados. Ed. Pax-México.
- Dantín , C. J. 1954. Plantas cultivadas. Ed. Espasa-Calpe S.A. Madrid. España.
- Delouche , J. C. 1978. Environmental effect in seed development and seed quality Hart Sc. 15:775-780.
- D.G.E., Dirección General de Estadística. 1970. V censo agrícola, ganadero y ejidal.
- Díaz , Ch. L. E. 1985. Evaluación de familias de medios hermanos en Girasol ( *Helianthus annuus* L.) estudios de parámetros genéticos y correlaciones entre características agronómicas de mayor importancia económica. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Dorrel , D. G. And Whelan E.D.P. 1978. Chemical and morphological characteristics of seeds of sunflower species. Crop. Sci. 18:969-971.
- Escobar , Ch. N. 1999. Estudio de producción de materia seca de grano, aceite y proteína de variedades de girasol ( *Helianthus annuus* L.). Tesis Licenciatura Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Evrard , J., Baudet J. J. And Burghart P. 1986. Tournesol. Conditionnement-transformation produits. CETIOM. París Francia.
- Elizondo , B. J. 1990. Demostración de cultivos básicos: Oleaginosas, SARH. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Tamaulipas.
- Facio ,P. F. 1983. Memorias del curso de actualización de semillas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Flores , C. J. D. 1994. Producción de materia seca y distribución de asimilatos en girasol ( *Helianthus annuus* L.). Tesis licenciatura UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Fucikovsky ,Z. L. 1976. Enfermedades y plagas del girasol en México. Colegio de Postgraduados Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo. Ed. D'Lerma México.
- Gadea , L. M. 1969. El Girasol. 2ª Ed. Bravo Murillo 101. Madrid España.

- Gallegos , B. 1972. Como cultivar girasol en México. Folleto de divulgación No. 43. Instituto Nacional de Investigación Agrícola. SAG.
- GIIO,. Grupo Interdisciplinario de Investigación en Oleaginosas. 1989. Diagnostico de Oleaginosas. Subdirección de Programación y Evaluación Científica, Dirección de Investigación. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Guerrero , G. A. 1981. Cultivos herbáceos extensivos. 2ª Ed. Mundi-Prensa. Madrid España.
- Gurrola , P. R. 1989. Evaluación de genotipos y caracterización de componentes de rendimiento en girasol ( *Helianthus annuus* L.). Tesis licenciatura .UAAAN Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Guzmán ,M. E. E. 2000. Información oral, sobre mejoramiento genético de girasol. Maestro Investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Guzmán ,M. E. E. 1987. Contenido de aceite en genotipos introducidos de girasol. Periódico informativo de la comunidad Universitaria Antonio Narro. No. 141 Buenavista, Coah. México.
- Guzmán ,V. L. M. 1992. Respuesta de híbridos experimentales y comerciales de girasol ( *Helianthus annuus* L.) bajo dos ambientes (riego y temporal) en Buenavista Coahuila. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Guzmán ,M. E. E. 1990. Mejoramiento de girasol en el norte de México. 1ª semana de Fitomejoramiento 24 al 28 abril auditorio. UAAAN. unidad Laguna.Torreón, Coah.
- Haro , R. P. A. 1989. Respuesta a dos metodología de selección recurrente en girasol ( *Helianthus annuus* L.). Tesis maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Heiser , B., Charles , Jr. 1976. The sunflower. University of Oklahoma Press.
- Iraheta , C. O. R. 1985. Respuesta de dos cultivos de girasol ( *Helianthus annuus* L.) a diferentes densidades de población, estudio de correlaciones entre las características agronómicas más importantes. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista Coah. México.
- Juscafresa , B. 1967. Frutos de huerta y plantas aromáticas. Ed. Serrahima y urpi S.L. Barcelona España.
- Landaverde ,A. 1942. Las plantas oleaginosas. Ed. Bartolome Trucco. México D.F.
- Lindblad ,C., Druben , L. 1986. Almacenamiento del grano. Ed. Concepto S.A.México.

- López P. E., E. Guzmán. 1983. Mejoramiento genético del girasol. Periódico informativo de la comunidad universitaria Antonio Narro. No. 192.
- Lugo , L. J. M. 1994. Efecto de fertilización nitrofosforada sobre el rendimiento de la variedad de girasol ( *Helianthus annuus* L.) Navidad I. Tesis licenciatura UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Luna , O. J. G. 1994. Respuesta de la población de girasol SAN-3C a la selección masal moderna o estratificada. Tesis maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Lees , C. B. 1965. Sunflower. Horti. 43:24-25.
- Martínez , R. H. 1973. Evaluación de herbicidas para el control de malas hierbas en el cultivo de girasol. Tesis licenciatura. ESAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Mazzani , B. 1963. Plantas oleaginosas. Ed. Salvat S.A. Madrid España.
- Miller ,J. F., D. C. Zimmerman and B. A. Vick. 1987. Genetic control of high oleic acid content in sunflower oil. Crop sci. 27:923-926.
- Nagaraj , G. 1995. Quality and utility of oil seeds. Directorate of oilseeds research, hyderabad date 30.30. p 24.
- Nieto , M. F. 1987. Parámetros de estabilidad, parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas en girasol ( *Helianthus annuus* L.). Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Ortegón , M. A. S. 1993. El girasol. Ed. Trillas. México.
- Ortiz , Z. B. P. 1989. Evaluación de 26 genotipos de girasol ( *Helianthus annuus*L.) parámetros genéticos y correlaciones fenotípicas en dos ambientes. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Putt , E. D. 1940. Observation on morphological characters and flowering processes in the sunflower ( *Helianthus annuus* L.). sci. Agric. 21:167-179.
- Reyes , E. R. 1996. Información oral, sobre Fertilización en Tamaulipas. Subjefe de distrito de organización en el Estado de Tamaulipas.
- Robles , S. R. 1982. Producción de oleaginosas y textiles. Ed. Limusa. México.
- Rocha ,S. M. R. 1985. El cultivo de la soya (*Glycine max*) como una alternativa económica en México. Monografía licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah.,

México.

- S. A. G. A. R., Secretaria de Agricultura y Ganadería. 1999-2000. Coordinación de Programas, Presupuesto y Evaluación.
- S. A. G. A. R., Secretaria de Agricultura y Ganadería 1994. Estadística de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Vol. 47.
- Sánchez, S. O. 1980. La flora del valle de México. Ed. Herrero. México.
- S. A. R. H. , Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1990. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Tamaulipas. Campo experimental las adjuntas. Cultivos Oleaginosos. Publicación especial. No.6.
- S.A.R.H., Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1985. Producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Dirección General de Estudios, Información y Estadísticas Sectorial. México.
- S. A. R. H. , Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1982. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en ajonjolí, cacahuete y girasol. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas México D.F.
- S. A. R. H. , Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 1988. El girasol. Distrito de desarrollo rural. No. 158, 159 y 160 en el centro del estado de Tamaulipas.
- Saumell , H. 1976. Girasol. Ed. Hemisferio sur Buenos Aires Argentina.
- Semelczi , A. 1970. Acclimatization and dissemination of the sunflower in Europe. Acta Ethnogr. Acad. Sci. Hung. 24:47-88.
- Severin , G. 1935. The trade in sunflower seed . Iat. Rev. Agric. 26:2815-2845.
- S. E. P. , 1987. Cultivos oleaginosos. Manual para la educación agropecuaria. 5ª Ed. Trillas. México.
- Silverio , G. E. 1993. Comportamiento de cuatro especies vegetales cultivadas bajo temporal en Zacatecas. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo Coah. México.
- Smith , D. L. 1978. Planting seed production. Madison, Wisconsin.
- Tocagni , H. 1980. El Girasol. Ed. Albatos. Buenos Aires, Argentina.
- Tompkins ,P. , Ch. Bird . 1974. La vida secreta de las plantas. Ed. Diana. México.
- Valdés,G. P. A. 1984. Producción e Industrialización del girasol (*Helianthus annuus* L.).

Monografía licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Valencia, G. E. 1996. Estudios del efecto de las variedades morfológicas en el rendimiento y calidad de girasol (*Helianthus annuus* L.) en el norte de México. Tesis licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México.

Valencia , S. F. R. 1992. Caracterización de 20 genotipos de girasol (*Helianthus annuus* L.) por su rendimiento, contenido y calidad del aceite, bajo tres condiciones ambientales. Revista Chapingo UACH Chapingo México.

Vavilov , N. I. 1949. The origen, variation, immunity and breeding of cultivated plant. Chromic botanic.

Villarreal , Q. J. A. 2000. Información oral, sobre Taxónomia vegetal. Maestro Investigador de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Villarreal , Q. J. A. 1983. Malezas de Buenavista Coahuila. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Vrănceanu , A. V. 1977. El Girasol. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España.

Zimmerman , D. 1978. Determining oil content with NMR. The sunflower4(5): 8-37.

<http://www.fao.org/inpho/vlibrary/x0041s/x0041s01.htm>

<http://apps.fao.org./page/collections?subset=agriculture&language=ES>

FAO 1999 datos Agrícolas de FAOSTAT

Visitada 16 de diciembre 1999.

## XX. APENDICE

### XX.1 ABREVIATURA

c.c. = Centímetros Cúbicos

cm. = Centímetros

cd. = Ciudad

Coah. = Coahuila

etc. = Etcétera

E.U.A. = Estados Unidos de América

gr. = Gramos

ha. = Hectárea (s)

Km. = Kilómetros

Kg/ha. = Kilogramos por Hectárea

Lb/plg<sup>2</sup> = Libras por pulgadas al cuadrados

L/ha. = Litros por Hectárea

m. = Metro

Mt = Miles de toneladas

min. = Minutos

msnm. = Metros sobre el nivel del mar.

mm. = Milímetros

N.L. = Nuevo León

r.p.m. = Revoluciones por minutos.

Ton/ha.= Toneladas por hectárea

Tamps. = Tamaulipas

## XX. 2 SIGLAS

C.E.T.I.O.M. = Centre technique Interprofessionnel des Oleagineux Metropolitains.

CONASUPO. = Compañía Nacional de Subsistencia Popular.

D.G.E. = Dirección General de Estadística.

E.S.A.A.N. = Escuela Superior de Agricultura “Antonio Narro”

F.A.O. = Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

G.I.O. = Grupo Interdisciplinario de Investigación en Oleaginosas.

INIA. = Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola

INIFAP. = Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias

INRA. = Institute Nationale du Rechenche Agronomique

O.N.U. = Organizaciones de las Naciones Unidas.

PIG. = Proyecto de Investigaciones de Girasol

SAGAR. = Secretaria de Agricultura y Ganadería.

S.A.R.H. = Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

S.E.P. = Secretaría de Educación Pública.

U.A.A.A.N. = Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

### XX.3 SIMBOLOS

°C = Grados Centígrados.

°F = Grados Fahrenheit

% = Por ciento



