

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA



*Acción Nematostática e Inhibidora de dos productos Orgánicos en la
Reproducción de Nemátodos Fitoparásitos, en el Girasol (Helianthus
annuus L.) Bajo Condiciones de Invernadero.*

Por:

JOSE MUNGUIA VELAZQUEZ

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.

Mayo de 1999.

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISION DE AGRONOMIA

**ACCION NEMATOSTATICA E INHIBIDORA DE DOS PRODUCTOS
ORGANICOS EN LA REPRODUCCION DE NEMATODOS FITOPARASITOS
EN EL GIRASOL (*Helianthus annuus* L.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO.**

POR:

JOSE MUNGUIA VELAZQUEZ

TESIS

**QUE SOMETE A CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO**

**MC. JESUS GARCIA CAMARGO
PRESIDENTE DEL JURADO**

**DR. MELCHOR CEPEDA SILLER
SINODAL**

**MC. MAGDALENA RODRIGUEZ V.
SINODAL**

**ING. MC. REYNALDO ALONSO VELASCO
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. MEXICO.

MAYO DE 1999

DEDICATORIA

A MI MADRE:

Sra. AGUSTINA VELAZQUEZ GONZALES

Por haberme dado la vida y brindarme parte de la suya, dándome la mejor de las herencias: una formación profesional.

Por el valor que representas en mi vida, por tu digno ejemplo, apoyo e interés que muestras ante tus hijos de los cuales nos sentimos infinitamente orgullosos.

Por ayudarme moral y económicamente en todos mis estudios, sin conocer nunca de tus labios, la palabra *i no puedo i*.

Estoy eternamente agradecido por tus oraciones, tu ternura y tus palabras de aliento sin importar el "cansancio o dolor alguno". MADRE yo te digo que no te defraudare y que dios te bendiga por ser como eres.

A MIS HERMANOS:

J. ISABEL

LUCIA VICTORIA (MARCO JHASIEL)

Por su cariño y ayuda incondicional y desinteresada, por que siempre estemos unidos.

Por haberse privado de muchas cosas que les correspondían para brindármelas a mí.

Por el valor que representan en mi vida, por sus consejos y la confianza que tienen hacia mí; solo me queda darles las gracias y a cada uno les deseo de todo corazón sigan con bien y que dios los bendiga.

A MI ABUELO:

Sr. MARTIN MUNGUÍA CORTEZ

Por el gran apoyo, amistad y confianza que durante toda mi carrera me supiste brindar.

A MI NOVIA:

Ma. CONCEPCIÓN BRISEÑO MARTINEZ

Quien me ha sabido impulsar, apoyándome moral y económicamente y sobre todo por tener paciencia durante el tiempo dedicado a la terminación de mis estudios.

A LA FAMILIA:

GAMBOA MARTINEZ

*Sra. Ma. Concepción, Sr. Jesús, Gabriela
Brenda, Mario.*

Por la amistad, apoyo y confianza que desinteresadamente me brindaron durante mis estudios en la Universidad.

A DIOS PADRE:

Por brindarme la vida y permitirme terminar una de mis más grandes metas, mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por su incansable labor en el desarrollo del campo mexicano. Por abrirme sus puertas y haberme formado profesionalmente.

Al ING. M.C. JESUS GARCIA CAMARGO, por su valiosa dirección en la realización de la presente investigación, por el tiempo que me dedicó, por su amistad y confianza.

Al DR. MELCHOR CEPEDA SILLER, por sus enseñanzas y conocimientos que inculcó en mí como maestro, durante mi estancia en la Universidad par hacer de mí una persona útil a la sociedad, y por haber formado parte del jurado en la presentación de este trabajo.

A la ING. MAGDALENA RODRIGUEZ VALDES, por su valiosa orientación en la elaboración del presente trabajo y por haber formado parte del jurado en la presentación de este trabajo.

A INTRAKAM, S.A. de C.V. y al DR. ADAM KAMARA KEITA así como a **QUIMICA INTERNACIONAL APLICADA, S.A. de C.V.** y su director **LUZ MANUEL NIELSEN VALDEZ** por haber proporcionado los productos evaluados y el apoyo para la conclusión del presente trabajo.

A mis amigos Luz Bertha Morales Cruz, LÍlian Lizbeth, Jorge Ramírez López, Vicente, Alberto, Víctor, Saúl, Eduardo, Israel, Misael, etc., que me demostraron lo sincero de la palabra amistad.

A todos los maestros de la UAAAN, que de alguna manera contribuyeron a mi formación profesional.

INDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|---|---------------|
| DEDICATORIA ----- | -iii |
| AGRADECIMIENTOS ----- | -v |
| INDICE DE CUADROS ----- | -xi |
| INDICE DE FIGURAS ----- | -xii |
| INTRODUCCION ----- | -1 |
| OBJETIVOS ----- | -4 |
| HIPOTESIS ----- | -4 |
| REVISION DE LITERATURA ----- | -5 |
| CLASIFICACION BOTANICA ----- | -5 |
| UBICACION TAXONOMICA ----- | -5 |
| ORIGEN GEOGRAFICO ----- | -6 |
| DESCRIPCION BOTANICA DEL CULTIVO ----- | -6 |
| Raíz ----- | 7 |
| Tallo ----- | 8 |
| Hojas ----- | -8 |
| Inflorescencia ----- | -9 |
| Polinización ----- | 10 |
| Fecundación ----- | -11 |
| Fruto ----- | -12 |
| IMPORTANCIA MUNDIAL ----- | -13 |
| IMPORTANCIA NACIONAL ----- | -15 |

| | |
|--|------------|
| FACTORES EDAFOCLIMATOLÓGICOS | -17 |
| Factores climáticos | -17 |
| Latitud | -17 |
| Altitud | -17 |
| Temperatura | -18 |
| Luz | -18 |
| Factores edáficos | -19 |
| Salinidad | -19 |
| Textura | -19 |
| Fertilidad | -19 |
| Humedad | -19 |
| FECHAS DE SIEMBRA | -20 |
| DENSIDAD DE SIEMBRA | -20 |
| PLAGAS Y ENFERMEDADES | -22 |
| Plagas | -22 |
| Gusano trozador jaspeado | -22 |
| Picudo de manchas | -22 |
| Picudo del tallo y raíz | -23 |
| Escarabajo del girasol | -23 |
| Escarabajo de la zanahoria | -23 |
| Palomilla del capítulo | -23 |
| Enfermedades | -24 |
| Mancha por <u>Alternaria</u> spp. | -24 |
| Cenicilla | -25 |
| Pudrición sureña | -26 |
| Mancha del tallo | -26 |

| | |
|---|-----------|
| Nemátodos | 27 |
| Síntomas ocasionados a las plantas | 28 |
| Nemátodos asociados al cultivo del girasol | 29 |
| Género <u>Meloidogyne</u> | 30 |
| Generalidades | 30 |
| Ubicación Taxonómica | 31 |
| Distribución geográfica | 31 |
| Morfología | 32 |
| Ciclo de vida | 34 |
| Etapas pre - parasítica | 34 |
| Etapas parasítica | 34 |
| Adulto | 35 |
| Reproducción | 36 |
| Hospederos | 37 |
| Efectos en el desarrollo de las plantas hospederas | 37 |
| Físicos | 37 |
| Fisiológicos | 37 |
| CONTROL DE LOS NEMATODOS | 38 |
| Control Biológico | 38 |
| AGROSUELO | 40 |
| KOBIDIN | 41 |
| MATERIALES Y METODOS | 44 |
| UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO | 44 |
| ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO | 44 |
| DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL | 45 |
| Aplicación de los productos orgánicos | 46 |
| Programación de las aplicaciones | 48 |

| | |
|---|-----------|
| CONTROL DE MALEZAS | 48 |
| RIEGOS | 48 |
| FERTILIZACIONES | 49 |
| TOMA DE MUESTRAS DE SUELO | 49 |
| PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LAS MUESTRAS | 51 |
| RESULTADOS Y DISCUSION | 52 |
| PRIMER MUESTREO | 52 |
| SEGUNDO MUESTREO | 52 |
| TERCER MUESTREO | 53 |
| CUARTO MUESTREO | 54 |
| RECUENTO DE AGALLAS | 63 |
| CONCLUSIONES | 69 |
| RESUMEN | 70 |
| LITERATURA CITADA | 72 |

INDICE DE CUADROS

| | Página |
|---|-----------|
| Cuadro 1. Composición de la semilla del girasol expresada en porcentajes ----- | 12 |
| Cuadro 2. Superficie cosechada en miles de toneladas, el rendimiento promedio en kilogramos por hectárea y la producción en miles de toneladas para el año de 1977 ----- | 14 |
| Cuadro 3. Producción nacional del girasol en los años de 1981 a 1990 ----- | 16 |
| Cuadro 4. Fechas de siembra para el cultivo de girasol por entidad federativa y recomendaciones generales de densidades de población ----- | 21 |
| Cuadro 5. Principales bacterias y protozoarios presentes en el líquido ruminal ----- | 39 |
| Cuadro 6. Composición porcentual del producto orgánico Agrosuelo ----- | 41 |
| Cuadro 7. Descripción del área experimental ----- | 46 |
| Cuadro 8. Muestreos realizados a lo largo del ciclo vegetativo del Girasol ----- | 50 |
| Cuadro 9. Poblaciones totales de nemátodos en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación ----- | 55 |

- Cuadro 10. Análisis de varianza de las poblaciones totales de nematodos en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación ----- 55**
- Cuadro 11. Poblaciones totales del género Meloidogyne en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación -----59**
- Cuadro 12. Análisis de varianza de la población total de nemátodos del género Meloidogyne en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación ----- 59**
- Cuadro 13. Número promedio de agallas en las plantas de Girasol ocasionadas por el género Meloidogyne en los diferentes tratamientos -----64**
- Cuadro 14. Análisis de varianza del número de agallas en las plantas de Girasol ocasionadas por el género Meloidogyne en los diferentes tratamientos así como su comparación de medias -----64**

INDICE DE FIGURAS

| | Página |
|--|-----------|
| Figura 1. Número promedio de nemátodos en los diferentes tratamientos ----- | 57 |
| Figura 2. Poblaciones totales de nemátodos en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación ----- | 58 |
| Figura 3. Número promedio de nemátodos del género <u>Meloidogyne</u> en los diferentes tratamientos ----- | 61 |
| Figura 4. Poblaciones totales de nemátodos del género <u>Meloidogyne</u> en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación ----- | 62 |
| Figura 5. Número promedio de agallas ocasionadas por el género <u>Meloidogyne</u> en los diferentes tratamientos ----- | 66 |

INTRODUCCION

El girasol es una planta que en estado silvestre se conoce desde hace varios cientos de años en México. Existen evidencias de que nuestros ancestros de origen indio ya usaban la semilla para tostarla y comer sus almendras o pepitas, o para elaborar atole de girasol, el cual era muy apreciado por su riqueza nutritiva. En el siglo XVI fue llevado a países europeos como planta ornamental y Rusia la transformó en especie cultivada, en donde actualmente el área cultivada supera los seis millones de hectáreas.

En Sudáfrica, Australia y Estados Unidos se le cultiva casi exclusivamente como forraje, sobre todo en E.U. donde ha sido desalojado el maíz en las zonas de clima seco y frío.

A nivel mundial en 1930 obtuvo el décimo lugar como oleaginosa, y para 1970 se colocó como el segundo cultivo productor de aceite. La producción mundial de girasol en 1985 alcanzó los 18 millones de toneladas. La superficie total de girasol cultivada en el mundo ha ido en constante aumento durante la década de 1975 a 1985, llegándose en este último año a 14.6 millones de hectáreas. De esta superficie un 21.9% corresponde a Europa (excepto la entonces URSS), un 28% la propia URSS, un 18.3% a Asia, un 8.5% a Norteamérica, un 16.8 a Sudamérica y con solo 4.2% a Africa.

Es interesante mencionar que el girasol en su estado silvestre se encuentra ampliamente distribuido en toda la parte centro y norte de

nuestro país, considerándosele inclusive como una maleza llamada comunmente “polocote” o "acahual". Así pues, en estado silvestre ha sido indeseable, pero a medida que avanza la investigación se ha encontrado que como planta cultivada, es potencialmente una de las especies vegetales con mayor futuro en el mundo, gracias a las características que presenta de resistencia a sequía, a bajas temperaturas y por su alto porcentaje de aceite.

En 1971 en regiones permanentemente de temporal, se obtuvo un rendimiento promedio de 600 kg/ha a nivel nacional. En México tradicionalmente no se siembra girasol en grandes superficies, como ocurrió en 1971, año en que se realizó la mayor siembra, con alrededor de 60 mil hectáreas, habiéndose sembrado cerca de 28 mil hectáreas en Durango, 12 mil en Zacatecas y en menor cantidad en los estados de Querétaro, Tlaxcala, Chiapas, Chihuahua, etc.

Así pues el girasol tiene buen porvenir en diversas regiones áridas y semiáridas de nuestro país, como son los estados de Zacatecas, Nuevo León, Coahuila, Durango y San Luis Potosí entre otros, ya que son regiones que se caracterizan por su escasa precipitación pluvial, de más o menos 300 mm distribuidos en el ciclo vegetativo del girasol, lo que hace factible tener buenos rendimientos de grano y forraje verde.

El cultivo de girasol se ve afectado por plagas y enfermedades como la mayoría de las especies cultivadas, las cuales son siempre determinantes en la producción, pudiendo ser sus efectos desastrosos,

por lo cual se destina un alto porcentaje de los gastos para controlarlas. Dentro de los principales patógenos hay hongos, bacterias, virus, fitoplasmas y nemátodos, los cuales son diseminados de diversas formas de país a país o de región a región.

Los nemátodos fitoparásitos en los últimos años han cobrado cada vez mayor importancia, debido a las cuantiosas pérdidas que ocasionan por falta de un manejo y control adecuado de sus poblaciones. Para su control se han tomado muchas medidas culturales, físicas, genéticas, químicas y biológicas. Sin embargo, comunmente el control de nemátodos ha sido desmedido por la aplicación de nematicidas como una medida rápida; no obstante su uso al igual que otros plaguicidas es cada vez más restringido, surgiendo así la necesidad de buscar otras alternativas de manejo y control como es la búsqueda de productos orgánicos, los cuales no son tóxicos al ambiente y al hombre mismo.

Hoy en día, el control de nemátodos fitoparásitos a base de productos orgánicos no ha sido ampliamente investigado y por consecuencia no muy utilizado; por ello es necesario hacer hincapie en lo concerniente a esto, pues tales sustancias ofrecen una de las mejores expectativas por su baja toxicidad, y que además al hacer uso de productos orgánicos se logra un buen manejo y control de nemátodos. Este fue el principal motivo por el que se consideró realizar la presente investigación; planteándose los siguientes objetivos:

OBJETIVOS

- **Demostrar que dos productos orgánicos tienen buen resultado en el control de nemátodos del género *Meloidogyne*.**
- **Determinar la dosis más eficaz de uno de los productos orgánicos y observar el efecto nematostático del otro.**

HIPOTESIS

- **Habrà una diferencia en la acción nematostática, por la distinta composición de los productos utilizados.**
- **Pudiera ocurrir un efecto negativo al aumentar la dosis de alguna de las sustancias.**

REVISION DE LITERATURA

CLASIFICACION BOTANICA.

Los numerosos tipos de girasol actualmente cultivados o silvestres en todo el mundo se han clasificado como pertenecientes al género *Helianthus*, especie *annuus* (Alba y Llanos, 1990).

UBICACION TAXONOMICA.

REINO ----- Plantae

DIVISION ----- Magnoliophyta

CLASE ----- Magnoliopsida

SUBCLASE ----- Asteridae

ORDEN ----- Asterales

FAMILIA ----- Asteraceae

TRIBU ----- Heliantheae

GENERO ----- *Helianthus*

ESPECIE ----- *annuus*

N. CIENTIFICO: *Helianthus annuus* (Cronquist, 1982).

ORIGEN GEOGRAFICO.

El girasol es originario del continente americano, específicamente de las regiones que comprenden norte de México y la parte occidental o zona árida del Medio Oeste de Estados Unidos hasta Canadá; principalmente entre los 25° a 45° latitud norte. Particularmente en México se encuentra en los estados de Zacatecas, Durango, Coahuila, Chihuahua, Jalisco, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí y otros, en donde abunda en estado silvestre (Robles, 1980).

Los nombres asignados a la planta en otros idiomas aluden generalmente a la forma y aspecto de la inflorescencia o capitulo donde nacen las flores; en latín, *helios* = sol y *anthos* = flor; en inglés, *sunflower*; en francés, *tournesol*; en italiano, *girasole*; en alemán, *sonnenblume*; en ruso, *podsolnecinick* (Alba y Llanos, 1990).

DESCRIPCION BOTANICA DEL CULTIVO.

Ortegón *et al.* (1993), mencionan que el girasol es una planta anual, de gran desarrollo en todos sus órganos. Pertenece a la familia de las Asteraceas y al género *Helianthus*, el cual comprende aproximadamente 68 especies entre las que hay anuales y perennes. En Norteamérica existen cerca de 50 especies, de las cuales la más importante es *Helianthus annuus*, por dos razones: a) se cultiva como planta oleaginosa y ornamental; b) es la más distribuida

geográficamente, pues forman parte de la especie tanto malas hierbas como plantas cultivadas.

La descripción de las plantas de girasol que se presenta en este trabajo es la descrita por Ortegón *et al.* (1993).

R a í z.

La raíz del girasol es pivotante; se forma por un eje principal dominante y abundantes raíces secundarias. El conjunto forma un fuerte sistema radical que puede alcanzar hasta 4 m de profundidad. Este sistema ha sido objeto de numerosos estudios que han puesto de manifiesto la avidez que tiene por la humedad de los distintos tipos de suelo.

La raíz principal crece con mayor rapidez que la parte aérea al iniciarse el desarrollo de la planta. Durante esta fase de cuatro a cinco pares de hojas, alcanzan una profundidad de 50 a 70 cm y llegan al crecimiento máximo en la floración. Normalmente, la longitud de la raíz principalmente sobrepasa la altura del tallo. La profundidad a la cual se desarrolla la red de raicillas depende de las condiciones climáticas: si hay sequía, llegan a la mayor profundidad; si hay humedad, se acerca a la superficie del suelo.

Tallo.

El tallo es erecto, vigoroso y cilíndrico. Tiene el interior macizo. Al llegar a la madurez se inclina en la parte terminal a consecuencia del peso de la inflorescencia. La superficie exterior es rugosa, asurcada y vellosa. La altura de las variedades aceiteras es entre 60 y 220 cm. El diámetro varía entre 2 y 6 cm, con mayor grosor en la parte inferior del tallo. En las variedades mejoradas los tallos no exhiben ramificación debido a que esta característica es nociva en los tipos de girasol para aceite.

Hojas.

Las hojas son alternas, grandes, trinervadas, muy pecioladas, de formas variables, acuminadas, dentadas, con vellosidad áspera en el haz y en el envés. La posición de las hojas en el tallo es la siguiente: en los primeros dos o tres pares son opuestas y las demás son alternas. El número de hojas por planta varía entre 12 y 40, según las condiciones del cultivo y las peculiaridades individuales de la variedad. En función de la fertilidad del suelo, la superficie foliar de una planta madura abarca de 3000 a 6000 cm², y el contenido de clorofila es de aproximadamente 16.5 mg/10 g de hojas frescas.

Inflorescencia.

La inflorescencia (llamada “capítulo o cabeza”) está formada por un número de flores que fluctúa entre 500 y 1500. Su borde se compone por brácteas protectoras que forman el involucre. El conjunto toma la forma de un disco que constituye el receptáculo (Ortegón *et al.* 1993).

El receptáculo es un disco plano, cóncavo o convexo, el cual tiene insertadas las flores en la cara superior y las brácteas en el borde. En plena floración es semicarnoso y succulento. En el receptáculo hay dos tipos de flores: liguladas y tubulosas. Las flores liguladas son estériles y se componen de un ovario rudimentario, un cáliz también rudimentario y una corola transformada, semejante a un pétalo; suman de 30 a 70; están dispuestas radialmente en una o dos filas; tienen una longitud de 6 a 10 cm y una anchura de 2 a 3 cm; son de color amarillo-dorado, amarillo-claro y amarillo-anaranjado. Las flores tubulosas son fértiles, pues llevan los órganos de reproducción; cada una se compone de cáliz, corola, androceo y gineceo; están dispuestas en arcos espirales que parten del exterior hacia el centro de los discos. El cáliz se compone de dos pequeñas hijuelas, llamadas “papus”, que se encuentran opuestas en la unión del ovario con la corola, la cual está constituida por cuatro pétalos soldados basalmente (gamopétalo), es de color blanco-amarillento o anaranjado, y tiene forma de tubo. El androceo tiene cinco estambres que se localizan dentro del tubo de la corola. Las anteras son alargadas, están unidas entre ellas por una cutícula fina y elástica, y son las portadoras del polen.

Las flores fértiles están sujetas al receptáculo por las paleas, que son hojas transformadas que también cumplen la función de proteger al ovario. Las paleas permanecen hasta la madurez del capítulo, y así forman las concavidades características que asemejan un panal de abejas. Antes de que ocurra la floración se efectúa la apertura del involucre; posteriormente aparece la primera fila de flores estériles, y unos días después se observan las primeras flores tubulosas, desde el borde hacia el centro del capítulo. La floración de un capítulo tarda de 6 a 10 días; esto depende en gran parte de la temperatura media diaria: a mayor temperatura, mayor rapidez de floración. Diariamente nace un grupo de flores tubulosas integrado por tres o cuatro círculos que se unen en un capítulo de 15 a 18 círculos florales. En días nublados, lluviosos o ambos, la planta frena el desarrollo de las flores. En los casos de excesiva nubosidad, lluvia o viento, es más notoria la ausencia de insectos y se resiente la fecundación normal de las flores; esto provoca fallas y formación de frutos vanos con la consecuente baja de la producción.

Polinización.

El girasol es una planta alógama, debido a la discordancia que existe entre la maduración de estambres y la de pistilos (protandria) y al sistema genético de autoincompatibilidad. Los insectos realizan principalmente la polinización, ya que como el polen es pesado y se aglomera con facilidad, el aire lo transporta con dificultad. Los insectos que más favorecen la polinización del girasol son las abejas. Las lluvias

en la época de floración son nocivas para los procesos de polinización y fecundación, ya que lavan el polen e impiden el vuelo de las abejas. Por otra parte, la luz solar directa reduce la viabilidad del polen, pues lo seca y le hace perder su capacidad de fecundación.

Fecundación.

El polen germina de 5 a 10 minutos después de caer en el estigma. La velocidad de crecimiento de los tubos polínicos es mayor en los granos que se localizan en la base de los lóbulos del estigma. Los espermatozoides del grano de polen salen del tubo polínico cuando éste penetra profundamente en el tejido del estigma.

La penetración del tubo polínico en el micrópilo, y su apertura en el saco embrionario tienen lugar entre los 30 y los 60 minutos posteriores a la polinización. La fusión de los dos gametos se efectúa aproximadamente dos horas después de la fecundación; la unión de la segunda espermátida con el núcleo secundario se presenta después de hora y media. El estigma pierde su receptividad cinco horas después de la polinización, y los lóbulos se retuercen y empiezan a retirarse paulatinamente hacia el tubo de la corola debido a la pérdida de turgencia del estilo.

Fruto.

Una vez fecundada la flor, el ovario se transforma en fruto y el óvulo en semilla. En botánica el fruto del girasol se llama aquenio, el cual es seco, indehiscente y se compone por el pericarpio y la semilla. El pericarpio (cáscara) es seco, fibroso y está separado de la semilla (almendra) a la cual protege. Su color puede ser blanco, estriado (negro y blanco), negro, pardo o rojizo, pero los más comunes son el estriado y el negro.

El fruto es un aquenio cuyo tamaño puede estar entre 3 y 20 mm de largo, 2 y 13 mm de ancho, y 2.5 a 5 mm de grosor (Alba y Llanos, 1990).

Cuadro 1. Composición de la semilla del girasol expresada en porcentajes.

| CONSTITUYENTE | COMPOSICION (%) |
|-----------------------|------------------------|
| Cascara | 21 – 27 |
| Aceite | 48 – 53 |
| Proteína | 14 – 19 |
| Azúcar soluble | 7 – 9 |
| Fibra cruda | 16 – 27 |
| Ceniza | 2 - 3 |

Fuente: Nagaraj, 1995.

IMPORTANCIA MUNDIAL.

Samuell, citado por Haro (1987), subraya que la relevante importancia del cultivo del girasol en el mundo se debe a la excelente calidad del aceite comestible que se extrae de la semilla, además de que ciertas características favorables que presenta el cultivo han contribuido a su difusión: es simple, económico, no requiere de maquinaria especializada, rústico, de ciclo vegetativo corto y adaptable a condiciones de clima y suelo poco favorables.

El girasol cuenta con características morfológicas, fisiológicas y económicas para una amplia adaptación como se ha visto, ya que especies de este cultivo se desarrollan en Europa, Asia, Africa, Australia, América del Norte y América del Sur. En 1930 el girasol obtuvo el décimo lugar y en 1970 se colocó en el segundo lugar de productor de aceite (cuadro 2). Para 1977, en el mundo se producían 11,754,000 ton de semillas de girasol, siendo la antes U.R.S.S el principal productor de esta oleaginosa como se muestra en el siguiente cuadro 2:

Cuadro 2. Superficie cosechada en miles de toneladas, el rendimiento promedio en kilogramos por hectárea y la producción en miles de toneladas para el año de 1977.

| PAIS | SUPERFICIE COSECHADA (Hectáreas) | RENDIMIENTO PROMEDIO (kg/ha) | PRODUCCION (ton) |
|-----------------|---|---|-----------------------------|
| Mundo | 9,844,000 | 1,194 | 11,754,000 |
| Africa | 537,000 | 1,053 | 566,000 |
| Africa del Sur | 389,000 | 1,224 | 476,000 |
| N.C. de América | 972,000 | 1,370 | 1,332,000 |
| México | 67,000 | 1,189 | 79,000 |
| Estados Unidos | 889,000 | 1,403 | 1,248,000 |
| Sudamérica | 1,310,000 | 725 | 950,000 |
| Argentina | 1,233,000 | 730 | 900,000 |
| Asia | 626,000 | 946 | 592,000 |
| Turquía | 450,000 | 1,016 | 457,000 |
| Europa | 1,700,000 | 1,394 | 2,370,000 |
| Bulgaria | 230,000 | 1,609 | 370,000 |
| Rumania | 514,000 | 1,570 | 807,000 |
| España | 489,000 | 780 | 381,000 |
| Yugoslavia | 280,000 | 2,313 | 481,000 |
| Oceanía | 125,000 | 594 | 74,000 |
| U.R.S.S | 4,574,000 | 1,283 | 5,870,000 |

Fuente: Robles, 1985.

IMPORTANCIA NACIONAL.

Las primeras siembras del girasol a nivel comercial en México se realizaron en el año de 1969, en los estados de Puebla, Guanajuato, Morelos y Zacatecas; sin embargo, se sabe en algunas regiones del país, como Chihuahua, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí, en las colonias menonitas y algunos productores, se siembra desde tiempos más atrás en pequeñas superficies. Durante el año de 1971 la Secretaría de Agricultura y Ganadería, inicio un programa especial tendiente a impulsar el establecimiento del girasol como cultivo de temporal en los estados de Durango, Zacatecas y Guanajuato. Como resultado de este programa, se sembró una superficie de 53,000 ha (Gallegos, 1979). La falta de cosechadoras mecánicas para levantar con oportunidad la cosecha, fue el factor principal que provocó fuertes pérdidas en muchas parcelas ejidales. Esto ocasionó que el promedio de semilla cosechada ese año fuera de 528 kg/ha. Por otra parte, en aquellos lotes cosechados a tiempo, se obtuvieron rendimientos entre una y dos toneladas, no obstante el poco conocimiento del agricultor en el manejo de este cultivo (Robles, 1980).

Mendoza (1986), nos dice que la superficie sembrada habrá de aumentar considerablemente, ya que, por el momento es el único cultivo que puede suplir al ajonjolí y contribuir, junto con otras oleaginosas importantes como el cártamo, la soya y el algodón, a cubrir el déficit de aceites de nuestro país.

En la década de los 80's la siembra de girasol presentó altibajos, ya que estando en un año con una superficie sembrada de cerca de 5, 000 ha al siguiente está arriba de las 20,000 ha, para decaer el tercer año a un poco menos de las 10,000. Para 1990 la superficie ha sido la más baja registrada de todos los años desde la introducción del girasol en nuestro país, como se presenta en el cuadro 3 (Salcedo *et al.*, 1991).

Cuadro 3. Producción Nacional del Girasol en los años de 1981 a 1990.

| AÑO | SUPERFICIE SEMBRADA (Has) | SUPERFICIE COSECHADA (Has) | PRODUCCION (Ton) | RENDIMIEN- TO (Ton/Ha) |
|------------|--|---|-----------------------------|---------------------------------------|
| 1981 | 5,272 | 2,529 | 4,557 | 1.802 |
| 1982 | 24,832 | 23,186 | 14,990 | 0.647 |
| 1983 | 8,069 | 6,377 | 4,604 | 0.722 |
| 1984 | 8,319 | 5,169 | 3,330 | 0.644 |
| 1985 | 27,181 | 14,917 | 19,543 | 1.310 |
| 1986 | 12,622 | 10,004 | 6,213 | 0.621 |
| 1987 | 13,825 | 10,207 | 8,151 | 0.799 |
| 1988 | 21,938 | 16,357 | 11,887 | 0.727 |
| 1989 | 5,215 | 2,894 | 1,965 | 0.679 |
| 1990 | 1,350 | 30 | 18 | 0.600 |

Fuente: Salcedo *et al.*, 1991.

Zapata, citado por Mendoza (1986), reporta que en Durango y Guanajuato, en el año de 1976, se alcanzaron buenos resultados con la siembra del girasol; además, se incrementó la semilla, lo que hizo que renaciera el interés de los agricultores por este cultivo.

FACTORES EDAFOCLIMATOLÓGICOS.

El girasol posee un amplio rango de adaptación, ya que lo hace a diferentes latitudes, altitudes, climas y suelos; además, en estado de plántula, es resistente a heladas y sequía, gracias a su sistema radicular profundo (Kesselbrenner, 1966 y Noriega, 1972, citados por Castillo, 1975).

Factores Climáticos.

Latitud.

El girasol presenta un rango de adaptación de 49° latitud norte y 19° a 41° latitud sur (Anónimo, 1953, citado por Deras, 1973).

Las áreas más productoras de girasol se encuentran situadas entre los 45° latitud norte y 35° latitud sur (Robles, 1980).

Altitud.

Es un cultivo que se puede sembrar desde el nivel del mar hasta los 500 o 1000 metros de altitud; sin embargo, existen regiones en donde pueden sembrarse aún a 2500 msnm (Robles, 1980).

Temperatura.

El girasol es una planta que no prospera bien en regiones donde las temperaturas medias anuales oscilan por debajo de los 10 °C (Kesselbrenner, 1966 y Noriega, 1972, citados por Castillo, 1975).

Se adapta a un amplio rango 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 temperaturas está entre 21 y 24 °C (Alba y Llanos, 1990).

Luz.

Es prácticamente insensible a variaciones de fotoperíodo, por lo que se considera como una planta típicamente indiferente al número de horas luz, pero las mejores condiciones serán cuando se tengan de 12 a 14 horas luz (Robles, 1980).

Otros autores como Alba y Llanos en 1990, indican que el fotoperíodo acelera o retrasa el desarrollo del girasol durante la fase de formación de las hojas, retrasa el momento de iniciación de las yemas florales y retrasa o adelanta hasta 15 días la fecha de floración.

Factores Edáficos.

Salinidad.

En suelos salinos se desarrolla satisfactoriamente, es rústico y poco exigente en abonos. No prospera bien en suelos ácidos y compactos de difícil aireación y un mal drenaje le impide un desarrollo óptimo, ya que es susceptible a enfermedades provocadas por un exceso de humedad (Kesselbrenner, 1966 y Noriega, 1972, citados por Castillo, 1975).

Textura.

Puede crecer bien en un rango muy amplio de texturas que van desde arcillosas a arenosas.

Fertilidad.

Por otro lado no requiere una fertilidad tan alta como otros cultivos (maíz, trigo, papa) para producir un rendimiento aceptable (Alba y Llanos, 1990).

Humedad.

Los requerimientos de agua para girasol son de 400 a 500 mm repartidos en el ciclo vegetativo de la planta ya sea por medio de riego o de precipitación pluvial (Robles, 1980).

FECHAS DE SIEMBRA

Ortegón y Escobedo (1987), en un trabajo de investigación 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. En el cuadro 4 se incluyen las entidades federativas donde es recomendable la siembra de girasol, además de las fechas que se ajustan a cada región.

DENSIDAD DE SIEMBRA.

En general, los especialistas de los campos experimentales del INIFAP recomiendan para siembras de temporal de 40 000 a 50 000 plantas/ha, y para siembras de riego 45 000 a 65 000 plantas/ha. Al considerar los costos de la semilla se puede optar por emplear densidades altas cuando se trate de semilla de variedades y densidades bajas cuando se disponga de semilla de híbridos.

Las diversas investigaciones de Ortegón y Escobedo (1987) sobre densidades de población, indican que en 1978, la mejor densidad de población en la siembra del mes de abril fue de 65 000 plantas/ha, con un rendimiento de 2.47 ton/ha. En el cuadro 4 se incluyen las densidades de población recomendables para las regiones de temporal y de riego.

Cuadro 4. Fechas de siembra para el cultivo de girasol por entidad federativa y recomendaciones generales de densidades de población.

| ENTIDAD FEDERATIVA | FECHA DE SIEMBRA | | DENSIDAD DE POBLACION |
|--|--|--|--|
| | RIEGO | TEMPORAL | |
| Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Michoacán, Durango, Zacatecas, Aguascalientes y San Luis Potosí. | Abril 10 a mayo 15 (riegos de co- secha en época de lluvias | Junio 1° a Julio 20 Predominan | 40 mil – 50 mil plantas por hectárea para siembras de temporal |
| Puebla, Hidalgo y Tlaxcala | | Junio 1° a Julio 20 | |
| Baja California Norte Baja California Sur | Febrero-marzo a Noviembre 15 Diciembre 30 | Noviembre 15 a diciembre 30 | |
| Sonora y Sinaloa | Noviembre 15 a Diciembre 30 | Noviembre 15 a Diciembre 30 | 45 mil – 65 mil plantas por hectárea para siembras de riego |
| Coahuila y Chihuahua | | Junio a Julio 10 | |
| Tamaulipas Norte Centro | Marzo15-abril 30 Marzo15-abril 30 y agosto | Marzo1 abril 30 Marzo1 mayo30 y agosto | |
| Guerrero, Jalisco, Michoacán (Costas). | Noviembre 15 a Diciembre 30 | | |
| Yucatán, Campeche, Quintana Roo. | Noviembre 15 a Diciembre 30 | Noviembre 15 a Diciembre 30* | |

* Temporal, humedad residual o ambas.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Plagas.

Una gran diversidad de insectos se encuentran asociados con el girasol, ya que esta planta se desarrolla en diferentes hábitats. Generalmente, cuando se incrementa la superficie sembrada con girasol, también aumenta la diversidad y cantidad de insectos plaga.

Los insectos plaga de importancia económica en el girasol son:

Gusano trozador jaspeado.- Este gusano trozador (*Peridroma saucia* Hubner) es de hábitos alimenticios generales, pero la manifestación más severa de su daño se nota cuando los tallos de las plántulas son trozados, según Genung y Green, 1979. Los autores Loera y Vargas (1984) recomiendan algunos insecticidas para el control de gusanos trozadores que son los cebos envenenados, formulados a base de Toxafeno, Sevin o Dipterex, aplicados en dosis de 20 kg/ha. McBride y Van der Puy (1986) recomiendan Pydrin 2.4 CE. Allsopp (1977) incluye a Dipterex 80, 700 g/ha, Lorsban 50 CE 700 – 900 ml/ha.

Picudo de manchas.- (*Cylindrocopterus adpersus* LeC.) ha sido la especie que más daño ha causado en el girasol (Dave *et al.*, 1983; Grinaker, 1981). La aplicación de insecticidas es más efectiva contra el adulto. El insecticida Supracide es el más recomendado.

Picudo del tallo y raíz.- (*Rhynchites mexicanus* Gyll.) se encuentra en los estados de México, Guanajuato, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Durango. En su etapa adulta mide de 3 a 5 mm de largo, es de color verde a bronceado y con brillo metálico. Produce en la planta de girasol abultamientos parecidos a las agallas, ocasionando la marchitez y también corta los tallos por abajo del capítulo, provocando que se doblen y posteriormente caigan al suelo.

Escarabajo del girasol.- (*Zygogramma esclamationis* Fab.) Es la especie defoliadora predominante del complejo de insectos que dañan al girasol en el norte de Estados Unidos (Schulz, 1978; Dave *et al.*, 1983). La larva es lenta y jorobada, de color amarillo verdoso y mide cerca de 10 mm de longitud.

Escarabajo de la zanahoria.- (*Bothynus gibbosus* De Gerr.) Está ampliamente distribuido en Estados Unidos, norte de México y sur de Canadá. A este insecto se le considera una amenaza, no un problema (Dave *et al.*, 1983). Los adultos invernan en el suelo y migran hacia las plantas de girasol para alimentarse de sus raíces. Numerosos insecticidas han sido evaluados contra este insecto pero no han tenido éxito.

Palomilla del capítulo.- (*Homoeosoma electellum* Hulst) está distribuida ampliamente y está considerada entre los insectos más destructivos del girasol. Esta especie ha sido encontrada en los Estados Unidos, Cuba, Canadá, México y otros países (Schulz, 1978). Loera y Vargas (1984) recomiendan el control químico con los siguientes

insecticidas: Paratión metílico 50, 2.0 l/ha; Malatión 1000, 1.0 l/ha; Thiodan 35, 2.0 l/ha; Lannate 90 0.3 kg/ha; Sevin 80 2.5 kg/ha.

Enfermedades.

Díaz (1986), citado por Ortegón (1993), menciona que actualmente se conocen más de 35 enfermedades en el girasol, la mayoría causadas por hongos; no obstante, sólo algunas de ellas tienen importancia, que radica en el cultivar, el año y la región donde se explote el girasol.

En los últimos años las enfermedades que han adquirido mayor importancia en las regiones productoras de girasol en el mundo son: la mancha de la hoja por *Alternaria* (*Alternaria helianthi*, Hansf., Tub. y Nish) y la pudrición carbonosa (*Macrophomina phaseolina*, Tassi Goid).

Mancha por *Alternaria*.- La enfermedad conocida como tizón por *Alternaria*, se debe a *Alternaria helianthi* (Hansf., Tub. y Nish). El hongo o agente causal es un deuteromiceto, sus conidias son elipsoidales o cilíndricas y algunos longitudinales. Islam y Maríc (1980). Ocasiona manchas cafés o negro rodeadas por un halo clorótico en las hojas, que crecen y se unen para formar un área de tejido necrótico. El tallo presenta lesiones longitudinales oscuras de 5 a 15 mm, el capítulo presenta pequeñas manchas cafés en la parte posterior. El inóculo primario está constituido por el micelio del hongo que inverna en los

residuos de cosechas infectados; así pues, la semilla también es parte del inóculo. Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son temperaturas cálidas y los periodos lluviosos.

Islam *et al.*, 1976; Díaz, 1986 mencionan que la única forma para combatir la mancha por *Alternaria* es mediante la aplicación de Benomyl al 0.5%, 500 g/ha; Mancozeb al 0.3%, Carboxin y Carbendazin al 0.1% han dado buena producción al cultivo. También mezclas de Benomyl + Clorotalonil (0.5 + 2 kg/ha), Improdion + Zineb (0.7 + 2 kg/ha) y Sumilex + Zineb (0.5 + 3 kg/ha).

Cenicilla.- El mildiú polvoriento del girasol, cuyo agente causal el ascomiceto *Erysiphe cichoracearum* D.C. es un parásito obligado, que forma sobre la superficie del tejido, micelio, las conidias y al final algunas veces cleistotecios oscuros de forma esférica, los cuales son estructuras sexuales que constituyen su forma de resistencia para su sobrevivencia. Los síntomas aparecen durante la floración, que al principio en las hojas primarias de la planta aparecen pequeñas manchas con un polvillo blanquecino, característica asexual del hongo. Las manchas crecen y se juntan hasta cubrir la superficie de la hoja. Posteriormente se torna clorótica y muere. La temperatura óptima para el desarrollo de la enfermedad oscila entre 21 y 26 °C y una humedad relativa de 65%. El control se puede realizar mediante la aplicación de fungicidas como el Benomyl a razón de 500 g/ha y Carbendazim a 2 kg/ha durante los primeros síntomas, Dinocap de 200 a 300 g i.a/ha o el Quinometionato de 750 a 1250 g i.a. con intervalos de 7 a 10 días.

Pudrición sureña.- *Sclerotium rolfsii* Sacc. Este presenta micelio blanco, algodonoso con hifas compactas, produce esclerocios. Al principio son blancos y al madurar son de color café, son esféricos, de 0.5 a 2 mm de diámetro. La temperatura óptima para el desarrollo micelial es de 30 a 35 °C. Los síntomas comunes de esta enfermedad aparecen durante la floración o después. La infección en las plantas se manifiesta con un marchitamiento general, y en la base del tallo y raíz se presenta una pudrición, por lo que al final la planta muere. El patógeno es un hongo del suelo que inverna como esclerocios y micelio en el suelo y residuos de cosecha, las cuales constituyen el inóculo primario. El combate químico se hace con la aplicación de Quitozene al suelo. La aplicación de herbicidas como el Dinozel, Atrazina y Trifluralina, tiene una acción tóxica contra *S. rolfsii* en el suelo.

Mancha del tallo.- Esta enfermedad es de etiología desconocida y se encuentra localizada en los estados de Tamaulipas y Nuevo León. Los síntomas comunes son en la floración o después. Inicialmente se observa la formación de una mancha pequeña en el tallo, ovalada o romboide de color café. La mancha se localiza aproximadamente entre los 20 y 40 cm del suelo y es frecuente su aparición justo donde nace el pecíolo de las hojas, al crecer la mancha avanza en el tallo y causa una pudrición. Las hojas se observan de color amarillo café, las nervaduras toman un color café, tornándose quebradizas. Es común que la planta se doble debido a la pudrición completa del tallo. Esta enfermedad se encuentra relacionada con la humedad del suelo. Las altas incidencias

se han registrado cuando existe un exceso de humedad en el suelo. El control es difícil pues se desconoce al agente causal, es recomendable que se eviten encharcamientos en el terreno; también conviene evitar sembrar en suelos mal drenados o desnivelados.

Nemátodos.

Los nemátodos son organismos microscópicos en forma de lombriz, que viven en el suelo alimentándose de raíces, bulbos y tubérculos, por lo que llegan a ocasionar pérdidas de consideración. Generalmente, se desarrollan mejor en suelos arenosos, en donde los daños pueden reducir el crecimiento de las plantas y afectar los rendimientos. A pesar de que en ocasiones se convierten en un factor que limita severamente la producción, en general no se les presta el mismo grado de atención que a los insectos y los ácaros, en razón de que, como no se les distingue a simple vista, los daños que ocasionan pueden ser atribuidos a otros factores. Por su forma de ataque, se pueden dividir en dos grandes grupos: los ectoparásitos, que pasan su ciclo biológico en el exterior de las plantas y los endoparásitos, que se desarrollan total o parcialmente dentro de los tejidos de las plantas. Su periodo de crecimiento es corto, por lo que en un año, se pueden presentar varias generaciones (Castaños,1993).

Síntomas ocasionadas a las plantas

Los nemátodos que infectan a las plantas, producen síntomas tanto en las raíces como en los órganos aéreos de las plantas. Los síntomas de la raíz aparecen en forma de nudos, agallas o lesiones en ella, ramificación excesiva de la raíz, puntas dañadas y pudriciones. En general las infecciones por nemátodos van acompañadas por bacterias y hongos saprófitos o fitopatógenos y con frecuencia los síntomas no son característicos sino que se manifiestan principalmente en forma de un menor crecimiento, semejan deficiencias en nutrientes, el amarillamiento del follaje, marchitamiento excesivo en tiempo cálido o seco, una menor producción de las plantas y una baja calidad de sus productos. Algunas especies de nemátodos invaden los órganos aéreos de las plantas más que las raíces, y en ellos producen agallas, pudriciones y lesiones necróticas, retorcimiento y deformación de las hojas y tallo y un desarrollo anormal de los verticilos florales. Algunos nemátodos, atacan a los granos o gramíneas, formando agallas llenas de ellos mismos en vez de semillas (Agrios, 1996).

Nemátodos asociados al cultivo del girasol.

Goodey *et al.* (1965) citan a varios autores que señalan la asociación del girasol con diferentes especies de nemátodos tales como: *Anguina balsamophila*, *Aphelenchoides ritzemabosi*, *Ditylenchus destructor*, *D.dipsaci*, *Helicotylenchus microlobus*, *Heterodera schachtii*, *Longidorus maximus*, *Meloidogyne arenaria*, *M. arenaria thamesii*, *M. hapla*, *M. incognita acrita*, *M. javanica*, *M. javanica baurensis*, *Pratylenchus pratensis* y *Trichodorus christiei*.

En Sudáfrica, Bolton *et al.*(1989) localizaron a doce especies de nemátodos, en catorce terrenos de girasol. Los ectoparásitos predominantes fueron *Scutellonema brachyurum*, *Paratrichodorus minor* y *Rotylenchus unisexus*. Los endoparásitos predominantes son *Pratylenchus zea* y larvas de *Meloidogyne* spp. (una mezcla de *M. incognita* mas *M. javanica*). También fueron encontrados *Helicotylenchus dehystra*, *Paratrophurus anomalus*, *Trophurus* sp., *Pratylenchus crenatus*, *Pratylenchus penetrans* y *Rotylenchus parvus*.

Los mismos autores mencionan que encontraron hasta 900 larvas de *Meloidogyne* en 5 g de raíces pero muy pocas hembras adultas se encontraron y la formación de agallas nunca fueron observadas. Los cultivares de girasol que se estudiaron permitían que las larvas penetraran a las raíces pero se inhibía la madurez de las hembras adultas.

Género Meloidogyne.

Generalidades.

El primer reporte sobre los nemátodos formadores de agallas en las raíces, es el de Berkeley quien los descubrió en un invernadero de Inglaterra, en 1855, al estudiar las vesículas de las raíces de planta de pepino. Según Taylor y Sasser (1983), en la provincia de Río de Janeiro, Brasil, fue Jobert en 1878 quien al analizar árboles de café enfermos, encontró raíces con numerosas agallas, algunas de ellas terminales, otras a lo largo de la raíz, otras más escasas en las raíces laterales; las agallas terminales eran filiformes, puntiagudas y frecuentemente encorvadas; las más grandes eran del tamaño de un chícharo pequeño, y contenían hembras de paredes hialinas, conteniendo huevos elípticos encerrados en membranas hialinas que presentaban pequeños animales vermiformes; el investigador observó que los gusanos emergían de los huevos, salían de las raíces y se encontraban grandes cantidades en el suelo.

Ubicación taxonómica.

Luc *et al.* (1987), ubican taxonómicamente al género *Meloidogyne* de la siguiente manera:

PHYLUM ----- Nemata, Rudolphi (1908).

CLASE ----- Secernentea, Von Linstow (1950) y
Doegherly (1958)

ORDEN ----- Tylenchida, Thorne (1961)

SUBORDEN ----- Tylenchina, Orley(1880)

SUPERFAMILIA ----- Tylenchoidea, Orley (1880)

FAMILIA ----- Heteroderidae, Filipjev y
Schuurmans (1941)

GENERO ----- *Meloidogyne*, (Göldi, 1987)

Distribución Geográfica.

Taylor y Sasser (1983), mencionan que los nemátodos del género *Meloidogyne* están distribuidos por todo el mundo entre los 35 ° latitud sur y 35 ° latitud norte; están ampliamente representados por tres especies adaptadas a la existencia permanente de clima cálido: *M. javanica*, *M. incognita* y *M. arenaria*; en el hemisferio norte a más de 35° de latitud, *M. hapla* es la más común. Estas cuatro especies son las más diseminadas y comunes.

Morfología.

La morfología de los nemátodos agalladores de raíces cambia durante su ciclo de vida. El primer estadio juvenil se forma al final de la embriogénesis, inmediatamente muda encerrado aún en el huevo pasando a juvenil de segundo estadio (Eisenback, 1985).

Los juveniles migratorios del segundo estadio son vermiformes y miden de 280 a 500 micras de longitud, su estilete es de cerca de 10 micras de longitud, delgado y con nódulos basales grandes. El esófago, consiste de un procorpus, metacorpus con válvula, istmo, y presenta traslape del bulbo basal con el intestino. La cola tiene un área hialina, es generalmente conoide con una terminación puntiaguda o redondeada. La hembra, cuando madura, se torna engrosada, como una pera o casi de forma esférica excepto por una elongación al final de la parte anterior. La pared del cuerpo permanece blanda y blanca, nunca forma quiste. El estilete en las hembras es delgado, más pequeño que el de las larvas o machos, con nódulos basales bien desarrollados. El poro excretor se encuentra a nivel, o un poco anterior al bulbo medio. Presenta dos ovarios grandes y reflejados varias veces, y la vulva se localiza hasta el final; los huevecillos quedan depositados dentro de una masa gelatinosa llamada matrix. Esta es secretada en parte por seis glándulas rectales a través del ano. La cutícula de la hembra es finamente estriada, adoptando un modelo en la región

perineal, el cual es característico y permite diferenciar a las especies. La longitud promedio de las hembras adultas fluctúa alrededor de 0.44 a 1.3 mm y el ancho promedio fluctúa entre 0.325 y 0.7 mm (Taylor y Sasser, 1983).

Los machos adultos a diferencia de las hembras, no son engrosados. En las primeras fases de su desarrollo larvario su cuerpo es ligeramente engrosado, pero se torna vermiforme después de su muda final y su longitud va de 1000 a 1500 micras. La región labial es alargada, presentando labios laterales engrosados. El esófago presenta un procorpus con desarrollo normal, metacorpus con una válvula, istmo angosto y la región glandular traslapada ventralmente con el intestino. Su estilete es fuertemente desarrollado con abultados nódulos basales. El poro excretor y hemizonidio están localizados cerca del anillo nervioso. Las espículas y gubernáculo están cerca de la parte terminal de la cola que es lisa y redondeada, no tiene bursa. Dependiendo de la nutrición en el desarrollo, pueden estar presentes uno o dos testículos. La pared del cuerpo, los nervios y el sistema reproductivo son importantes en los machos para la movilidad, encontrar a la hembra y reproducción. El sistema digestivo y excretor, en comparación son probablemente menos importantes porque la alimentación puede no ocurrir (Eisenback, 1985).

Ciclo de vida.

Etapa pre-parasítica.

El ciclo de vida de todas las especies de *Meloidogyne* es esencialmente el mismo. Se inicia en un huevo (ovoide-alargado, cerca de dos veces el largo que el ancho) en estado unicelular, ya sea libre en el suelo o embebido en una matriz gelatinosa, la cual puede estar adherida a los tejidos de la raíz de la planta hospedante o a la hembra, que produce de 500 a 1000 huevos. El desarrollo del huevo comienza breves horas después de la oviposición, dividiéndose en dos, cuatro, ocho o más células, hasta que se observa una larva completamente desarrollada con un estilete, enrollado en la membrana del huevo; puede moverse dentro del huevo, pero no es muy activa. Hasta esta etapa se tiene el primer estado larvario y en él sucede la primera muda (Taylor y Sasser, 1983; Brodie, 1984; Mai y Abawi, 1987).

Etapa parasítica.

A los diez días después de la oviposición, la larva emerge del huevo si las condiciones ambientales son favorables, dando lugar al segundo estadio larvario (Brodie, 1984).

La infectividad de la larva del segundo estadio larvario, está en función de la temperatura ambiental, aireación, humedad, densidad del suelo, así como en función de la distancia de la larva a la raíz (Taylor y

Sasser, 1983). En esta etapa, las larvas pueden entrar a la raíz (Brodie, 1984), principalmente cerca de la punta (zona de actividad meristemática) y se mueven principalmente entre las células no diferenciadas de la raíz e introducen sus cabezas en el cilindro central en desarrollo; en hospedantes susceptibles, estas larvas inducen la formación de células gigantes de las cuales continúan alimentándose y es a través de su estilete con el que perforan la pared de las células e inyectan secreciones de sus glándulas esofágicas. Dichas secreciones causan un agrandamiento de las células en el cilindro vascular y aumenta la proporción de la división celular en el periciclo, dando la formación de células gigantes (sincitios) formadas por un agrandamiento de las células (hipertrofia). Al mismo tiempo, hay una intensa multiplicación de las células vegetativas (hiperplasia) alrededor de la cabeza de la larva. Estos cambios son acompañados por el engrosamiento de la raíz o tubérculos para formar agallas conspicuas. Cuando se completan la segunda y tercera muda en la hembra, el estilete y el bulbo medio esofágico desaparecen (Taylor y Sasser, 1983; Mai y Abawi, 1987).

Adulto.

Después de la cuarta muda, el estilete y el bulbo medio son regenerados; se forman el útero, la vagina y el patrón perineal se hace visible. En el macho, después de la segunda y tercera muda, el estilete es muy visible, el bulbo medio se ha degenerado y sólo la gónada se ha alargado, posteriormente ocurre una metamorfosis, el cuerpo alargado

se desarrolla dentro de una cutícula, se completa con el estilete, esófago con el bulbo medio, espículas y esperma en los testículos (Taylor y Sasser, 1983; Hirschmann, 1985).

Algunos factores que afectan la sobrevivencia de las larvas del género *Meloidogyne* son: potencial hídrico, tamaño de las partículas, oxígeno y otros gases de la rizósfera del suelo, pero mayormente la presencia de plantas hospedantes. Además, se ha observado un efecto repulsivo sobre las larvas de *Meloidogyne* por concentraciones de sales en el suelo. Los machos son más abundantes que las hembras bajo condiciones adversas de desarrollo (Mai y Abawi, 1987).

Reproducción.

Estudios citológicos recientes han demostrado que muchas especies de *Meloidogyne* se reproducen por partenogénesis. El sistema reproductivo de la hembra, consiste de dos ovarios, cada uno con una zona germinal, zona de crecimiento, oviducto, espermateca y útero. Los huevos pasan a través de la vagina y son depositados en estado unicelular en la masa de huevos. Esta clase de reproducción se llama partenogénética (mitótica). Y de esta manera se conserva el número diploide de cromosomas (Taylor y Sasser, 1983; Hirshmann, 1985).

Hospederos.

A nivel mundial, la gama de hospedantes de *Meloidogyne* spp. comprende más de 2000 especies de plantas, que representan casi todas las familias vegetales. En México, los cultivos de importancia económica que han sido atacados por este nemátodo son: aguacate, alfalfa, algodón, amaranto, cacahuate, calabaza, cafeto, cebolla, chile, col, durazno, fresa, frijol, garbanzo, guayabo, maíz, manzano, melón, plátano, papa, papaya, quelite, sandía, tabaco, tomate, vid y otros (Cepeda, 1996).

Efectos en el desarrollo de las plantas hospederas.

Físicos.

Las especies de *Meloidogyne*, además de causar la formación de células gigantes y agallas, provocan en raíces y tubérculos altamente infestados el acortamiento, disminución de raíces laterales y escasos pelos radicales; al romperse los elementos vasculares en las agallas, se interrumpe en forma mecánica el flujo de agua y nutrientes (Taylor y Sasser, 1983; Bauer, 1984; Brodie, 1984).

Fisiológicos.

Los ataques de *Meloidogyne* traen un aumento en la producción de proteínas en las agallas y un mal funcionamiento en los reguladores de crecimiento entre las raíces y el tallo. Estos cambios fisiológicos contribuyen a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Taylor y Sasser, 1983; Bauer, 1984).

Control de los nemátodos.

El manejo y/o control de los nemátodos, consiste en mantener a los fitoparásitos a un nivel tal que no causen pérdidas económicas. En este sentido se pueden establecer dos grandes categorías: químicas y no químicas (Heald, 1987).

Control biológico.

Desde que Linford y sus colaboradores (1938) sugirieron que la incorporación de materia orgánica al suelo estimulaba la actividad de los antagonistas de los nemátodos que ocurren de manera natural y expusieron que la actividad de estos organismos da algún control de los nemátodos fitoparásitos, el concepto de que las enmiendas orgánicas generalmente actúan de esta manera se ha aceptado ampliamente en la literatura de control biológico. Los enemigos naturales involucrados se pensaba generalmente que eran los hongos atrapadores de nemátodos y depredadores de nemátodos como son los ácaros, debido a que sus poblaciones tendían a incrementarse en respuesta a la materia orgánica añadida.

Cuadro 5. Principales bacterias y protozoarios que están presentes en el líquido ruminal.

| BACTERIAS | PROTOZOARIOS |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Bacteroides succinogenes</i> | <i>Eudiplodinium neglectum</i> |
| <i>Ruminococcus flavefaciens</i> | <i>E. maggii</i> |
| <i>Ruminococcus albus</i> | <i>Dasytricha</i> sp. |
| <i>Bacteroides amylophilus</i> | <i>Entodinium bursa</i> |
| <i>Succinimonas amylolytica</i> | <i>E. caudatum</i> |
| <i>Methanobacterium ruminantium</i> | <i>Epidinium ecaudatum</i> |
| <i>Peptostreptococcus elsdenii</i> | <i>Ophryoscolex purkynei</i> |
| <i>Clostridium lochheadii</i> | <i>Diplidium dentatum</i> |
| <i>Bacteroides ruminicola</i> | <i>Polyplastron multivesiculatum</i> |
| <i>Selenomonas ruminantium</i> | |
| <i>Streptococcus bovis</i> | |
| <i>Eubacterium ruminantium</i> | |

Fuente: Hungate, 1966.

AGROSUELO.

Información técnica proporcionada por Química Internacional Aplicada, S.A. de C.V.

AGROSUELO, es un producto derivado de extractos de plantas y por lo tanto es biodegradable. Los residuos primarios o bien secundarios que Agrosuelo puede dejar en el suelo, agua y en el aire, después de su aplicación son degradados y convertidos en subproductos de la materia orgánica. No tiene efectos negativos contra la fauna y estimula el desarrollo microbiano del suelo.

El producto orgánico Agrosuelo, también contiene extractos de líquido ruminal, lo cual se ha demostrado que tiene efectos positivos sobre la acción nematostática en la reproducción de nemátodos fitoparásitos y aumenta la fauna microbiana benéfica del suelo. Esto puede deberse a que el líquido ruminal tiene un alto contenido de poblaciones de bacterias y protozoarios, los cuales juegan un papel importante en los procesos de fermentación de la materia orgánica del suelo.

Por su composición, el producto orgánico (Agrosuelo) funciona como mejorador y acondicionador de los suelos, actuando sobre las siguientes propiedades físicas y químicas del suelo:

- **Mejora la estructura del suelo.**
- **Incrementa la aireación.**
- **Favorece la absorción y trasporo del agua.**
- **Incrementa la disponibilidad de agua para la planta.**
- **Incrementa la población microbiana del suelo.**

Cuadro 6. Composición porcentual del producto orgánico Agrosuelo.

| INGREDIENTES | % EN PESO |
|----------------------------|------------------|
| Acidos Húmicos | 10 |
| Azufre | 2 |
| Cobre | 1 |
| Nitrógeno | 8 |
| Extractos Orgánicos | 79 |

Total= 100 %

KOBIDIN.

Información técnica proporcionada por IntraKam S.A. de C.V.

Kobidin es un repelente orgánico de contacto a base de aceite vegetal altamente eficaz para el combate de larvas de todo estadio así como los adultos de la gran mayoría de los insectos dañinos.

Especialmente está acondicionado para obtener una máxima respuesta en el campo por lo que es 100 % soluble en el agua bajo condiciones de temperatura ambiente.

El mecanismo de acción de Kobidin sobre los insectos de cuerpo blando (mosquita blanca, pulgón, trips, arañas...) comprende los siguientes pasos:

- **Impartición de sabor amargo al tejido en forma superficial.**
- **Cese de alimentación de la larva y del adulto.**
- **Reacción química instantánea entre el aceite y los compuestos a base de proteína y lípidos a nivel de los espiráculos o poros del insecto.**
- **Conversión de los compuestos proteicos y lipídicos de los espiráculos en nuevas sustancias de estructura molecular grande.**
- **Taponamiento de los espiráculos o poros.**
- **Bloqueo del intercambio gaseoso con el medio exterior.**
- **Desnaturalización enzimática a nivel de la transmisión sináptica.**
- **Bloqueo del intercambio de flujo de electricidad.**

Este producto es compatible con la mayoría de los fungicidas, insecticidas y bactericidas utilizados; sin embargo, se recomienda aplicar el Kobidin solo, para evitar fitotoxicidad de la mezcla debido a la naturaleza del aceite; no es fititóxico en ningún cultivo a las dosis recomendadas.

Composición del producto orgánico Kobidin:

| | Porcentaje en peso |
|--|---------------------------|
| Aceite orgánico ----- | 80.00 |
| Acondicionadores y emulsificantes ----- | <u>20.00</u> |
| TOTAL | 100.00 % |

MATERIALES Y METODOS

UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO.

El presente trabajo se realizó en el invernadero número 6 (CONACYT – FIDEHCAN), que se encuentra en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en las coordenadas geográficas 25° 22' latitud norte, 101° 03' longitud oeste y con una altitud de 1743 msnm, en Buenavista, Municipio de Saltillo, Coahuila, México; y para el trabajo de laboratorio, se utilizó el laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología Agrícola de la misma Universidad.

ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO.

El presente trabajo de investigación se realizó bajo condiciones de invernadero, haciendo uso de macetas con plantas de girasol *Helianthus annuus* L.

El día 15 de noviembre de 1998, se realizó el acondicionamiento de la cama de siembra, haciendo uso de una pala de punta, al mismo tiempo se realizó la limpieza de malezas y nivelación de la cama.

El día 22 de noviembre de 1998, se llevó a cabo el llenado de 48 bolsas plásticas con aproximadamente 5 kilogramos de suelo cada una; el suelo se encontraba fuera del invernadero, mismo que en temporadas pasadas presentó una alta incidencia de nemátodos; posteriormente, se trasladaron al interior del invernadero para distribuir las, de tal manera que se formaron 2 líneas a lo largo de la cama de siembra. Para reactivar la dinámica de los nemátodos se les agregó una cantidad considerable de agua.

En la fecha del 23 de noviembre de 1998, se efectuó la siembra en forma manual, depositando 3 semillas por maceta para posteriormente dejar solo una planta por cada maceta

DESCRIPCION DEL AREA EXPERIMENTAL.

Se acondicionó una cama de siembra de 15 metros de largo por un metro de ancho; se establecieron 4 tratamientos: 1 Testigo sin aplicar, 2 Agrosuelo a dosis baja, 3 Agrosuelo a dosis alta y 4 Kobidin. Fueron 3 las repeticiones; cada repetición constó de 4 parcelas, las que fueron distribuidas al azar en las diferentes repeticiones; cada parcela se formó por 4 macetas y cada repetición por 12, como a continuación se observa.

Cuadro 5. Descripción del área experimental.

| RI | | | | R2 | | | | R3 | | | | | | | | | | | |
|----|---|---|---|----|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 2 | | 3 | | 4 | | 1 | | 2 | | | |
| * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

Aplicación de los productos orgánicos.

El producto orgánico llamado Agrosuelo, fue aplicado a una concentración baja y a otra concentración alta.

Concentración baja.

Esta dosis se obtuvo al tomar 2.5 mililitros del producto orgánico Agrosuelo, los cuales fueron vaciados en una cubeta que contenía 10 litros de agua; obteniéndose así el producto a una dosis de 8 litros por hectárea. En el supuesto de que se iba a aplicar un litro a cada una de las 32,000 plantas que caben en una hectárea.

Concentración alta.

Esta dosis de 16 litros por hectárea, se obtuvo al tomar 5 mililitros del producto orgánico Agrosuelo, mismos que fueron depositados en una cubeta que contenía también 10 litros de agua.

Cada concentración fue llevada a su respectiva parcela de cada repetición, aplicándose un litro por cada maceta en la base de los tallos de las plantas de girasol.

El producto orgánico Kobidin, fue aplicado a una sola concentración de 10 ml del producto depositados en un recipiente con 1000 ml de agua.

Esta concentración también fue llevada a su respectiva parcela de cada repetición, aplicándose 100 mililitros por cada maceta.

Programación de las aplicaciones realizadas en el experimento.

- **La primera aplicación, se realizó el día 23 de noviembre de 1998 después de la siembra.**
- **La segunda aplicación, el día 17 de diciembre de 1998.**
- **La tercera y última aplicación sucedió el día 25 de enero de 1999.**

CONTROL DE MALEZAS.

El control de malas hierbas fue realizándose manualmente conforme iban apareciendo a lo largo del ciclo del cultivo, no habiendo la necesidad de utilizar herbicidas. Las malezas que se erradicaron son principalmente de las familias: Poaceae, Fabaceae y Chenopodiaceae.

RIEGOS.

Procurando mantener las macetas con una humedad adecuada se fueron realizando los riegos ligeros con una regadera, conforme fueran necesarios, con el fin de favorecer el desarrollo y crecimiento eficiente de las plantas.

FERTILIZACIONES.

Cabe mencionar que no se realizó ninguna fertilización, puesto que la planta de girasol no requiere una fertilidad tan alta como otros cultivos para producir un rendimiento aceptable.

TOMA DE MUESTRAS DE SUELO.

Las muestras de suelo obtenidas para el análisis nematológico, fueron tomadas a una profundidad de 10 a 20 centímetros, lo más cerca posible del sistema radicular, ya que es donde se encuentra la mayor cantidad de nemátodos fitoparásitos, procurando no lastimar las raíces de la planta y así no afectar su desarrollo.

La forma de obtener la muestra de suelo de cada tratamiento consistió en tomar una pequeña cantidad de todas las bolsas en cada repetición, hasta completar el peso adecuado de muestra, que es de 300 a 500 gramos; las muestras se obtuvieron antes de la aplicación de los productos orgánicos líquidos: Agrosuelo y Kobidin.

El primer muestreo se realizó el día 30 de octubre de 1998, antes de realizar la siembra, para determinar la población inicial; se extrajeron 2 muestras de suelo, una del interior de invernadero (cama de siembra) y otra del exterior (tierra que en temporadas pasadas fue sembrada con tomate), para comparar poblaciones de nemátodos.

Los muestreos siguientes, fueron dirigidos directamente al suelo de las macetas de los tratamientos. En el cuadro número 8 se enlistan los diferentes muestreos en sus respectivas fechas del año en que se realizaron.

Cuadro 8. Muestreos realizados a lo largo del ciclo vegetativo del Girasol.

| NUMERO DE MUESTREO | FECHA DEL AÑO |
|---------------------------|--------------------------------|
| Primero | 30 de octubre de 1998 |
| Segundo | 17 de diciembre de 1998 |
| Tercero | 25 de enero de 1999 |
| Cuarto y último | 18 de marzo de 1999 |

PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELO.

Las muestras se trasladaron al Laboratorio de Nematología, donde se homogeneizaron y se tomaron porciones representativas de cada muestra (400 gramos); luego, fueron puestas en embudos de Baermann para la extracción e identificación de nemátodos.

Después de 24 a 48 horas, se obtenía el agua residual de los embudos de Baermann, colocándola en tapas de cajas de petri cuadrículada y observándolas en el microscopio estereoscópico para hacer recuento de las poblaciones de nemátodos y hacer comparaciones entre ellas.

Para la identificación de los géneros de nemátodos presentes en las muestras se procedió a hacer montas, las que fueron observadas en el microscopio compuesto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente investigación, de acuerdo a la metodología utilizada son:

PRIMER MUESTREO.

Este muestreo se realizó en forma exploratoria para asegurarse de la cantidad de nemátodos existentes en el suelo y partir de una población inicial en el experimento.

Se obtuvo una población ligeramente alta, tanto en la muestra de suelo tomada del interior del invernadero como de la tomada del exterior; aproximadamente la cantidad por cada extracción fue de 300 nemátodos (Cuadro 9 y figura 2).

SEGUNDO MUESTREO.

En el testigo se obtuvo una población alta con un total de 499 individuos; en el tratamiento 2 se observó una ligera reducción, 402 individuos; mientras que en el tratamiento 3 ya se tuvieron mayores diferencias en comparación con el testigo y el tratamiento 2: 275 individuos; en el tratamiento 4 se obtuvo una reducción todavía más marcada, en comparación con el testigo, tratamiento 2 y tratamiento 3: que fue de 200 nemátodos. (Cuadro 9 y figura 2).

En lo que se refiere a la población de *Meloidogyne*, se presentó un total de 161 juveniles en el testigo, en la dosis baja de Agrosuelo hubo 148 juveniles, en la dosis alta fueron 105 juveniles y en el tratamiento 4 se presentaron 91 individuos (Cuadro 11 y Figura 4).

TERCER MUESTREO.

En esta fecha el testigo presentó 620 nemátodos; el tratamiento 2 tubo una insignificante reducción: 600 individuos, mientras que en el tratamiento 3 mostró una fuerte reducción en comparación con el testigo absoluto y el tratamiento 2 : 191 nemátodos; en el tratamiento 4 se obtuvo un ligero incremento en comparación con el segundo muestreo: 310 individuos (Cuadro 9 y figura 2).

En cuanto a *Meloidogyne*, en el testigo absoluto hubo un incremento: 253 juveniles; en el tratamiento 2 se observó también un ligero incremento con 211 juveniles, siendo que en tratamiento 3 presentó una mayor reducción comparándolo con el testigo y el tratamiento 2: 98 juveniles; mientras que el tratamiento 4 mostró un ligero incremento en comparación con el tratamiento 3: con 145 individuos (cuadro 11 y figura 4).

CUARTO MUESTREO.

En este último muestreo realizado, en el testigo presentó un amplio incremento en comparación con las anteriores, al contabilizarse 814 individuos; por otro lado, el tratamiento 2 también tuvo incremento, con 750 nemátodos; mientras que en el tratamiento 3 hubo una marcada reducción de nemátodos, pues el recuento fue solamente 102 ejemplares; el tratamiento 4 presentó un incremento ligero en comparación con las anteriores (cuadro 9 y figura 2).

Los recuentos de *Meloidogyne* en este último muestreo, mostraron para el testigo un ligero incremento al pasar a 283 individuos, mientras que en el tratamiento 2 también mostró un incremento comparándolo con el testigo, pues el recuento fue de 303 ejemplares; siendo el tratamiento 3 el que mostró la mayor reducción haciendo la comparación con el testigo y el tratamiento 2 y más todavía si se compara con los muestreos anteriores, al contarse tan solo 45 juveniles; mientras que el tratamiento 4 también marcó una reducción importante comparándolo con el testigo y el tratamiento 2 y este mismo respecto a los muestreos 2 y 3: 74 ejemplares (cuadro 11 y figura 4).

Cuadro 9. Poblaciones totales de nemátodos en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 1999.

| TRAT. | DIAS DE MUESTREOS | | | | TOTAL | MEDIA |
|-------|-------------------|-----|-----|-----|-------|-------|
| | 0 | 38 | 77 | 118 | | |
| 1 | 300 | 499 | 620 | 814 | 2,233 | 558 |
| 2 | 300 | 402 | 600 | 750 | 2,052 | 513 |
| 3 | 300 | 275 | 191 | 116 | 882 | 221 |
| 4 | 300 | 200 | 310 | 350 | 1,160 | 290 |

Cuadro10. Análisis de varianza de las poblaciones totales de nemátodos en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación, así como su comparación de medias.

| FV | GL | SC | CM | FC | F Tablas | |
|--------------|----|---------------|---------------|---------|----------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 3 | 328196.250000 | 109398.750000 | 4.4632* | 3.49 | 5.95 |
| Error | 12 | 294133.750000 | 24511.146484 | | | |
| Total | 15 | 622330.000000 | | | | |

C.V. = 39.59 %

Este análisis de varianza nos muestra que existen diferencias significativas entre tratamientos, debido a que la FC se encuentra entre los valores de la F de Tablas al 0.05 y 0.01.

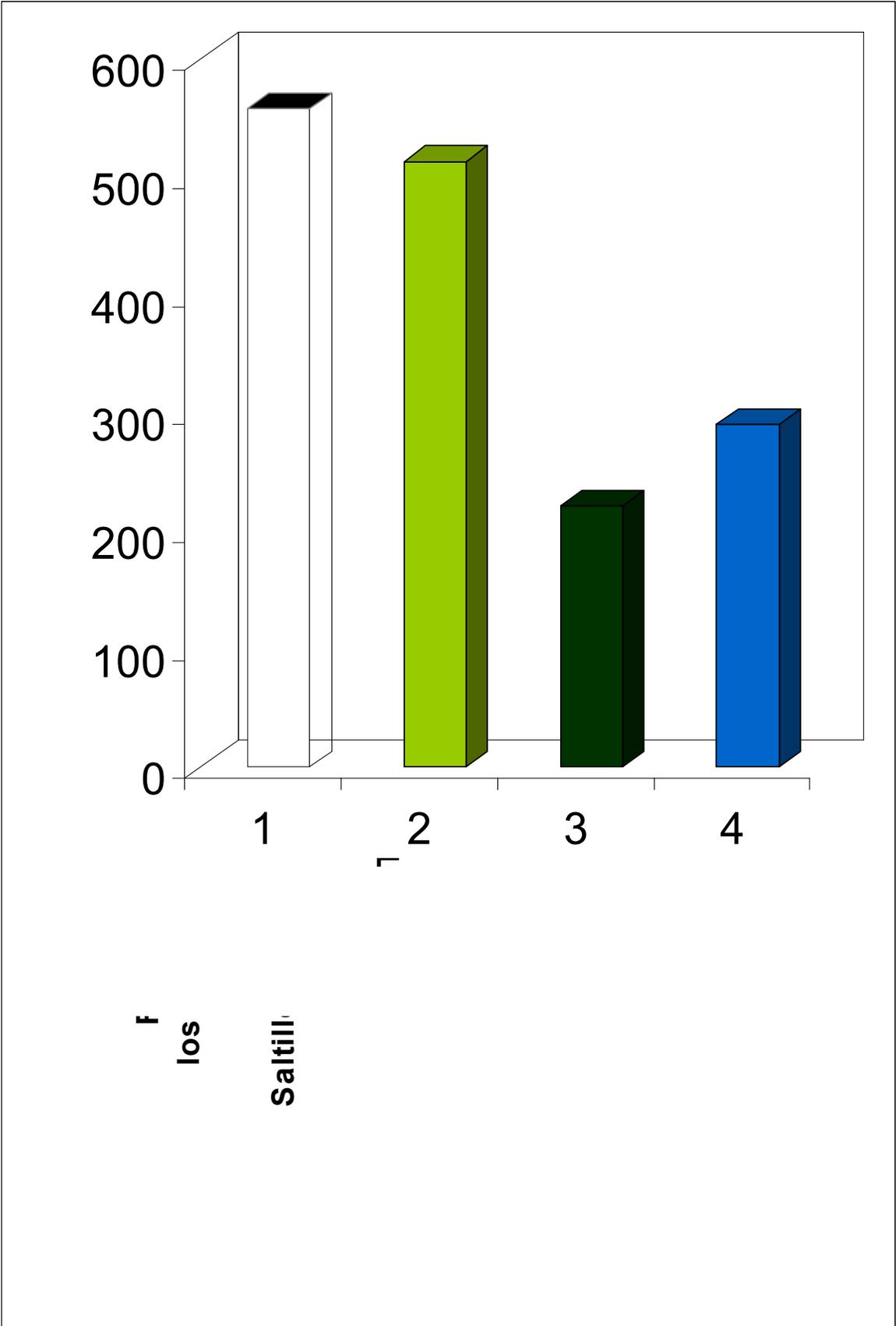
RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-------|
| 1 | 558 A |
| 2 | 513 A |
| 4 | 290 B |
| 4 | 221 C |

Nivel de significancia = 0.05

Valores de DMS entre los tratamientos es de 241.2260

Esta comparación nos indica que las medias que presentan la misma letra (A) no son significativas estadísticamente, es decir, que el efecto del Agrosuelo que hubo entre el testigo absoluto y la dosis baja fue estadísticamente igual, mientras que la media con la letra B si es significativa estadísticamente a las medias con letra A; el cual es el tratamiento 4. La mejor media es la que presenta la letra C, es decir, la dosis alta es estadísticamente significativa, ya que el Agrosuelo Líquido a dosis alta logró un mayor efecto sobre la reducción de poblaciones de nemátodos.



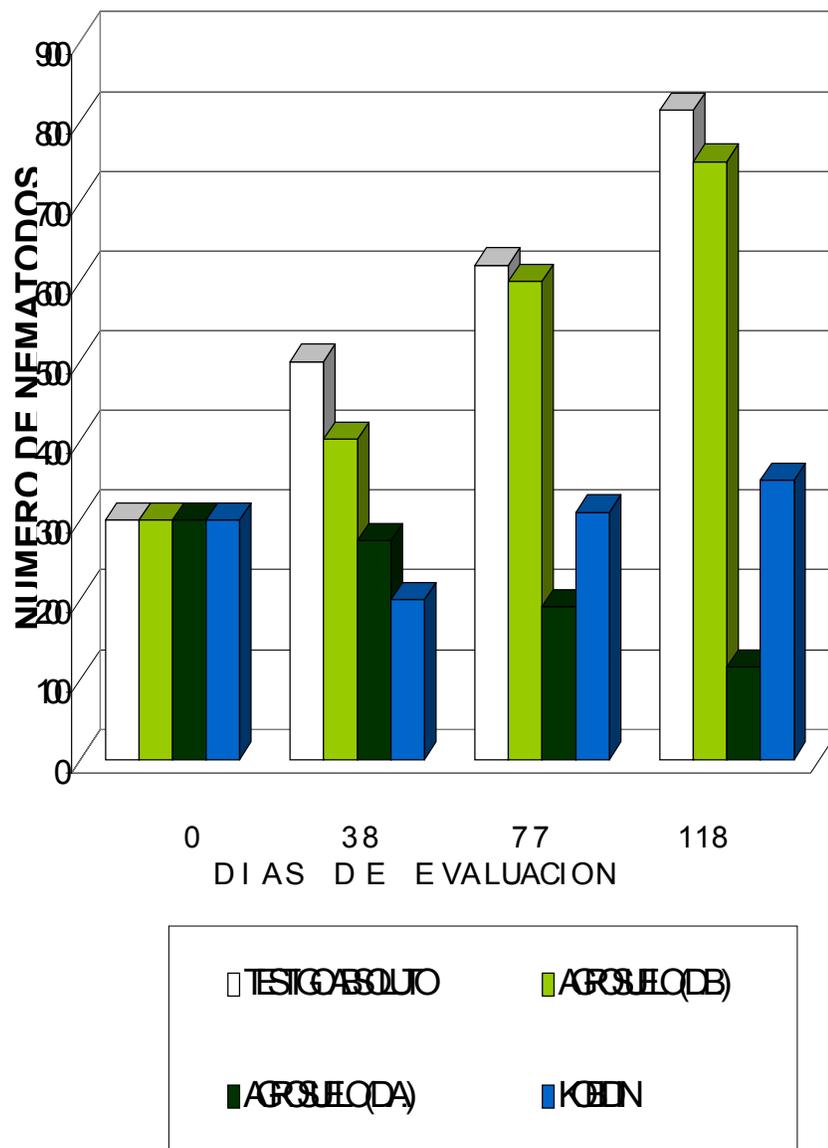


FIGURA 2 Relaciones de los nemátodos en los diferentes tratamientos de la muestra
adiferentes de la evaluación Berasta, Sillio, Colima México 1999

Cuadro 11. Poblaciones totales del género *Meloidogyne* en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 1999.

| TRAT. | DIAS DE MUESTREOS | | | | TOTAL | MEDIA |
|-------|-------------------|-----|-----|-----|-------|-------|
| | 0 | 38 | 77 | 118 | | |
| 1 | | 161 | 253 | 283 | 697 | 232 |
| 2 | | 148 | 211 | 303 | 662 | 221 |
| 3 | | 105 | 98 | 45 | 248 | 83 |
| 4 | | 91 | 145 | 74 | 310 | 103 |

Cuadro 12. Análisis de varianza de la población total de nemátodos del género *Meloidogyne* en los diferentes tratamientos y muestreos a diferentes días de evaluación, así como su comparación de medias.

| FV | GL | SC | CM | FC | F Tablas | |
|--------------|----|--------------|--------------|--------|----------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 3 | 54311.593750 | 18103.865234 | 5.76 * | 4.07 | 7.59 |
| Error | 8 | 25136.656250 | 3142.082031 | | | |
| Total | 11 | 79448.250000 | | | | |

C.V. = 35.08 %

Para la población total de nemátodos del género *Meloidogyne*, el análisis de varianza nos demuestra que también hay diferencias significativas entre tratamientos, ya que la FC se encuentra entre los valores de F de Tablas para los valores del 0.05 y 0.01.

RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|--------------------|--------------|
| 1 | 232 A |
| 2 | 221 A |
| 4 | 103 B |
| 3 | 83 B |

Nivel de significancia = 0.05

Valores de DMS entre los tratamientos de 105.541

En este caso la comparación de medias nos demuestra que no existe diferencia estadística entre el testigo absoluto y la dosis baja de Agrosuelo Líquido, pues tienen la misma letra A, mientras tanto en las medias con la letra B muestran significancia en comparación con las medias con la letra A, por que estas medias son las que corresponden al tratamiento con Agrosuelo a dosis alta, misma que presentó la mejor media significativa y el producto Kobidin estadísticamente presentó una media similar a la media presentada por la dosis alta del producto Agrosuelo.

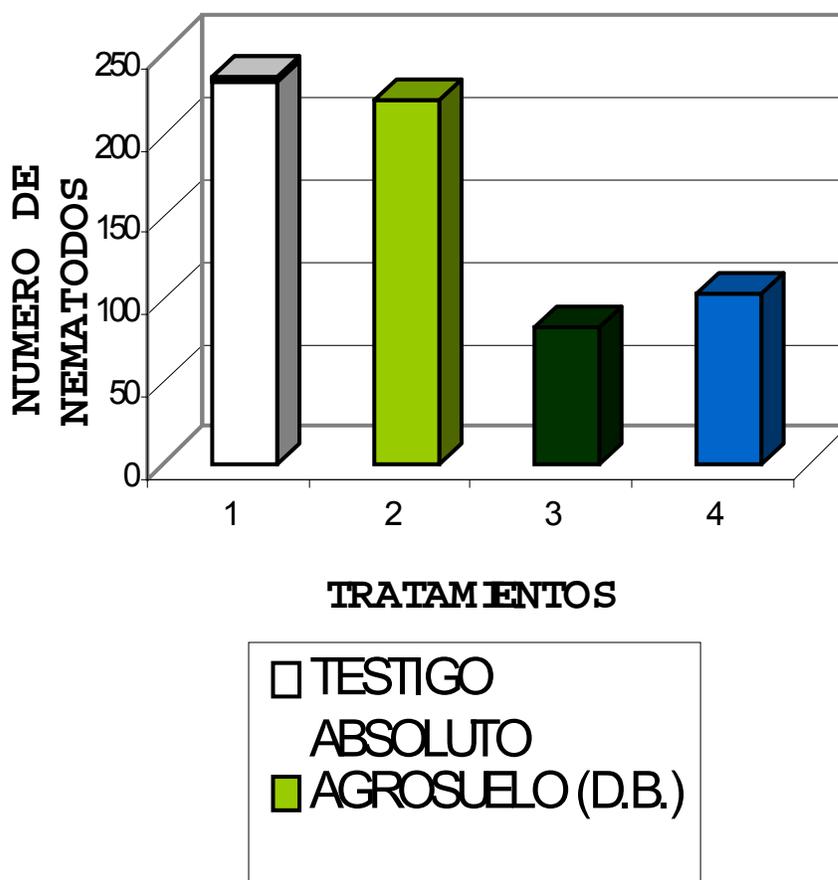
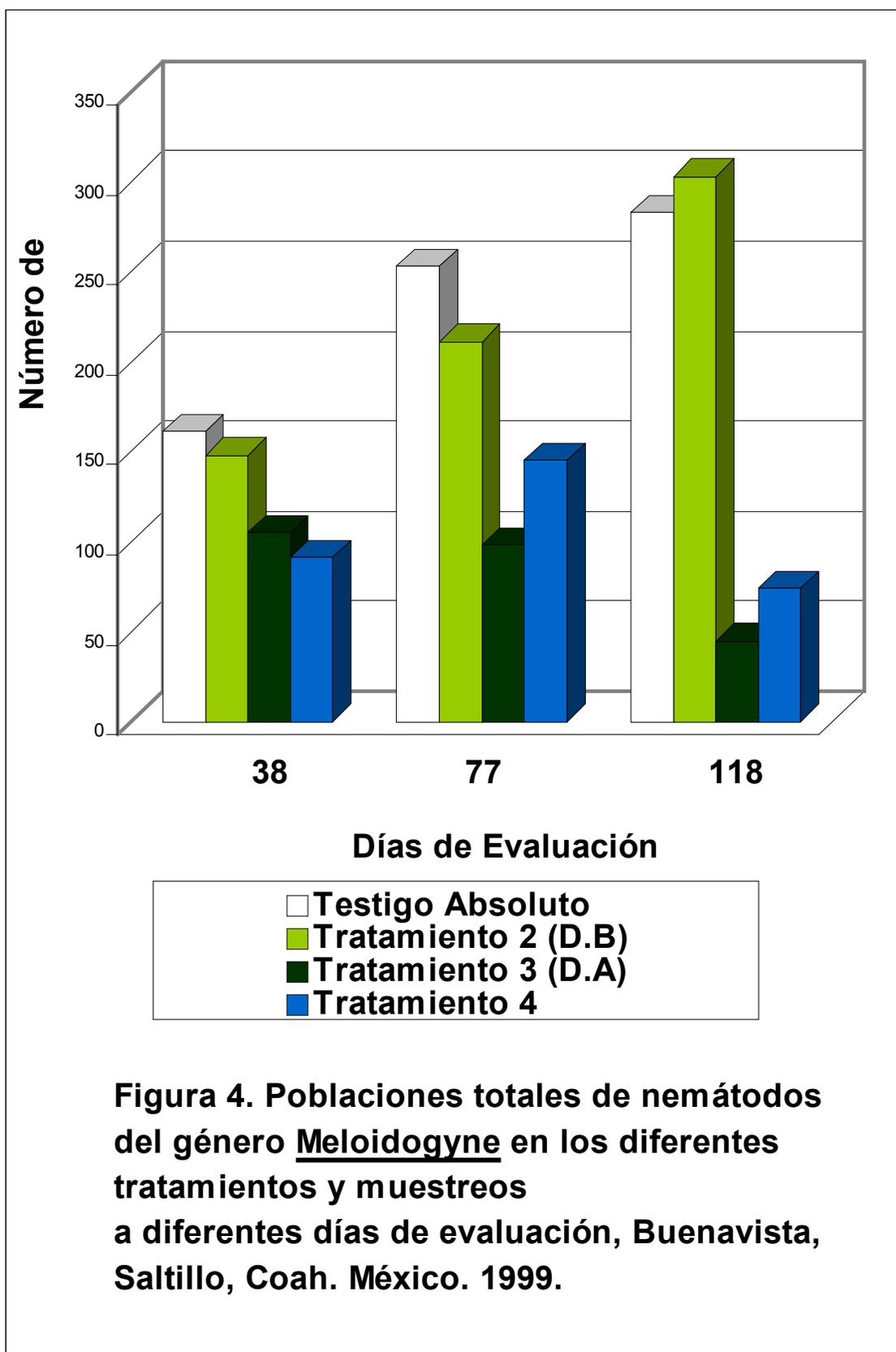


Figura 3. Número promedio de nemátodos del género Meloidogyne en los diferentes tratamientos. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 1999.



RECUESTO DE AGALLAS.

El día 27 de enero de 1999 se llevó a cabo el recuento de agallas, tomando una maceta con sus respectiva planta de cada tratamiento (cuadro 13 y figura 5). Fueron extraídas las diferentes raíces con la mayor longitud posible, y estas fueron trasladadas al laboratorio de Nematología; posteriormente se realizó el recuento visual de agallas de raíz de cada planta de las macetas, siendo necesario hacer uso del microscopio estereoscópico.

Este recuento de agallas se realizó al final del experimento, porque el girasol no manifestó claramente las agallas ocasionadas por los nemátodos del género *Meloidogyne*, lo cual puede deberse a que esta planta es un tanto resistente al ataque de dichos nemátodos.

| TRATAMIENTOS | | | |
|--------------|--------|-------|--------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| a) 240 | a) 189 | a) 61 | a) 130 |
| b) 287 | b) 195 | b) 70 | b) 119 |
| c) 300 | c) 232 | c) 90 | c) 101 |
| 276 | 205 | 74 | 117 |

Cuadro 13. Número promedio de agallas en las plantas de girasol ocasionadas por el género *Meloidogyne* en los diferentes tratamientos. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 1998.

| TRAT | a | b | c | TOTAL | MEDIA |
|------|-----|-----|-----|-------|-------|
| 1 | 240 | 287 | 300 | 827 | 276 |
| 2 | 189 | 195 | 232 | 616 | 205 |
| 3 | 61 | 70 | 90 | 221 | 74 |
| 4 | 130 | 119 | 101 | 350 | 117 |

Cuadro 14. Análisis de varianza del número de agallas en las plantas de girasol ocasionadas por el género *Meloidogyne* en los diferentes tratamientos, así como su comparación de medias.

| FV | GL | SC | CM | FC | F Tablas | |
|--------------|----|--------------|--------------|---------|----------|------|
| | | | | | 0.05 | 0.01 |
| Tratamientos | 3 | 73559.000000 | 24519.666016 | 49.70** | 4.07 | 7.59 |
| Error | 8 | 3946.656250 | 493.332031 | | | |
| Total | 11 | 77505.656250 | | | | |

C.V. = 13.23 %

Para este caso del número de agallas, y mediante el análisis de varianza podemos decir que existen diferencias altamente significativas entre tratamientos, debido a que la FC es mayor a la F de Tablas tanto al 0.05 como al 0.01.

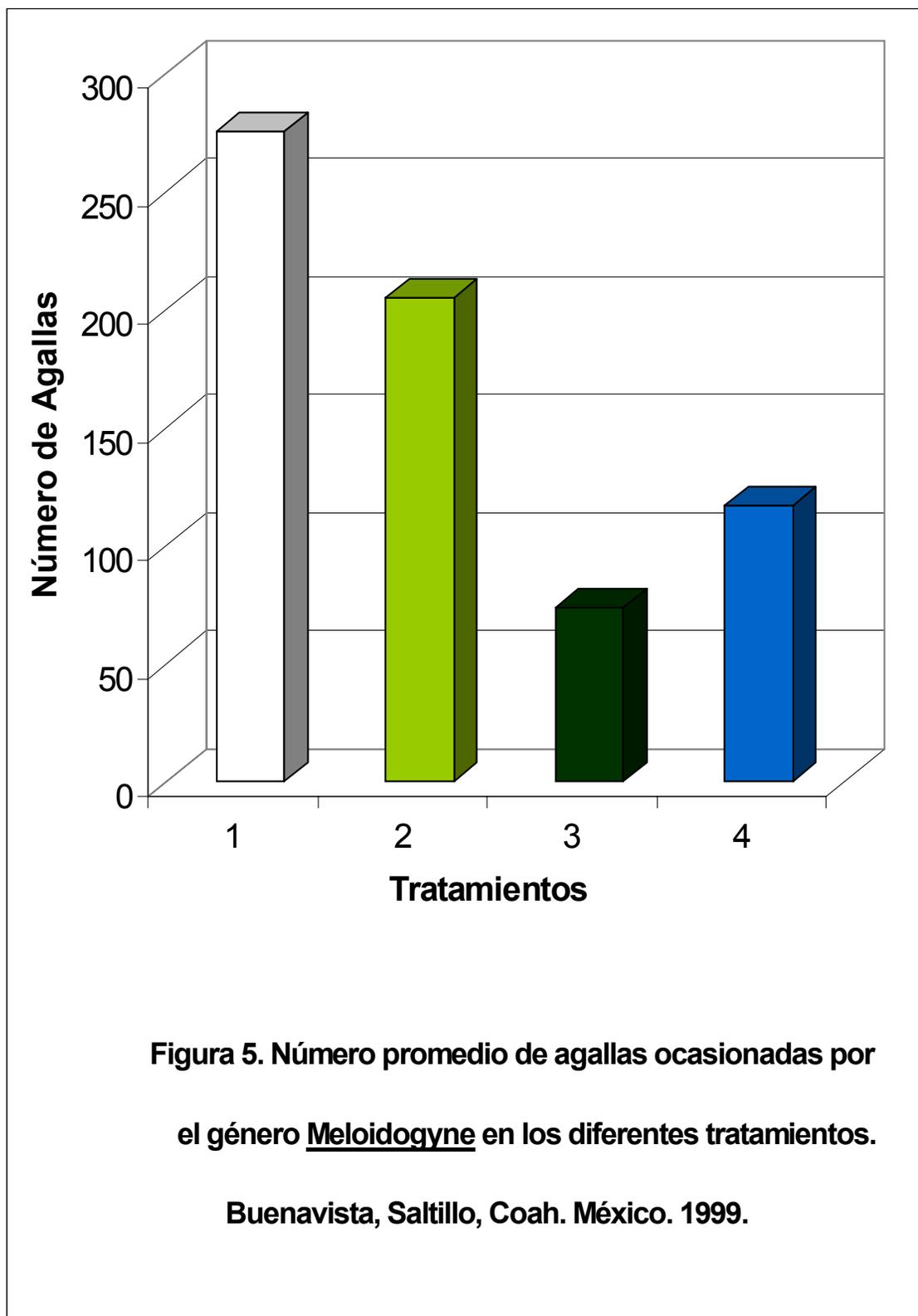
RESULTADOS DE LA COMPARACION DE MEDIAS.

| TRATAMIENTO | MEDIA |
|-------------|-------|
| 1 | 276 A |
| 2 | 205 B |
| 4 | 117 C |
| 3 | 74 D |

Nivel de significancia = 0.05

Valores de DMS entre los tratamientos de 41.8199

En lo concerniente a estas medias, se podrá decir que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos, es decir, que las poblaciones de nemátodos del género *Meloidogyne* disminuyeron conforme se aumentó la concentración del producto orgánico Agrosuelo Líquido, así también el producto Kobidin mostró efectos benéficos al disminuir poblaciones de dichos nemátodos, que tuvo como consecuencia la reducción de agallas presentes en las raíces de la planta de girasol.



Comentarios finales.

Debe asentarse de que ninguno de los dos productos probados se preparan o comercializan para ser empleados en el control de nemátodos. Sin embargo, la observación que se hizo en el ciclo anterior (primavera 1998) al analizar suelo proveniente de viñedos de la costa de Hermosillo, Sonora, en la que la muestra testigo arrojó una población alta de *Xiphinema* sp. contra cero ejemplares de ese fitoparásito de la vid en terrenos tratados con el mejorador Agrosuelo, sugirió la conveniencia de verificar tales observaciones.

Por otra parte, las diversas cualidades que se conocen del otro producto a base de aceites extraídos de *Carapa porcera* (Kobodin) y también por observaciones *in vitro* de la inactivación que provoca en los nemátodos, en diluciones más altas que las recomendadas para el control de insectos, hizo ver asimismo el interés por ratificar el hecho en suelo del que se conocía de antemano su infestación.

Se puede aseverar que todo cambio en las condiciones físicas, químicas y sobre todo biológicas del suelo, influyen en el comportamiento de las poblaciones nematológicas. En este trabajo, independientemente de los resultados con sujeción a los análisis estadísticos, hubo cambios cuantitativos en la dinámica poblacional de *Meloidogyne* y un incremento proporcional en los rabdítidos (Cephalobidae), principalmente en los tratamientos con agrosuelo; queda por aclarar el papel que juegan los microorganismos del líquido ruminal.

No se comprobó la hipótesis de que una dosis alta pudiera acarrear un efecto negativo, ya que fueron solo dos las dosis en un caso y una sola en el otro producto.

CONCLUSIONES

Al término del presente trabajo de investigación y basándose en los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos instalados, se puede concluir lo siguiente:

El producto orgánico elaborado a base de extractos de plantas y líquido ruminal (Agrosuelo), resultó ser más eficiente a la dosis alta (16 l/ha) que a la dosis baja (8 l/ha), al testigo absoluto y también al segundo producto orgánico utilizado a base de aceite orgánico (Kobidin), tanto para reducir significativamente el número de nemátodos del género *Meloidogyne* y el número de agallas ocasionadas por este género.

El producto orgánico Kobidin a una concentración de 10 ml de producto más 1000 ml de agua, también dio magnifico resultado al reducir el número de nemátodos del género *Meloidogyne* y el número de agallas producidas por el mismo género, ya que los resultados obtenidos, mantuvieron relativa semejanza con la dosis alta del producto orgánico Agrosuelo.

Los nemátodos que más predominaron en los diferentes muestreos, tanto en el testigo absoluto como en las dos dosis del producto orgánico Agrosuelo (D.B. y D.A.) y también con el producto orgánico Kobidin, fueron los de la familia Cephalobidae, mismos que no fueron afectados por los productos orgánicos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó con el propósito de evaluar la eficiencia de dos productos orgánicos, uno a base de extractos de plantas y líquido ruminal (Agrosuelo) y el segundo producto (Kobidin) que esta hecho a base de aceite orgánico. Para controlar el nemátodo agallador (*Meloidogyne* spp.) en el cultivo del girasol. Experimento que se llevó a cabo en el invernadero número 6 (CONACYT – FIDEHCAN) ubicado en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, instalándose para tal fin en una cama de siembra del mismo invernadero 4 tratamientos y con 3 repeticiones cada uno; los tratamientos fueron, un testigo absoluto donde no se aplicó ningún producto orgánico, dos dosis de Agrosuelo; una baja y otra alta y la aplicación de un segundo producto, el Kobidin.

La siembra se llevó a cabo el día 23 de noviembre de 1998 en forma manual, previamente acondicionada la cama de siembra y un muestreo de pre - siembra.

Los distintos muestreos, se realizaron prácticamente en todas las macetas de las tres repeticiones, procurando obtener un poco de muestra de suelo de cada repetición del tratamiento respectivo, hasta completar el peso base de una muestra representativa aproximándose de 300 a 500 gramos. Bajo el método de los embudos de Baermann, se hizo la extracción de los nemátodos.

Luego, se cuantificaron poblaciones e identificaron nemátodos fitoparásitos como *Meloidogyne* y *Tylenchorinchus* y también otros nemátodos como de la familia Cephalobidae y del género *Rhabditis*, de los diferentes tratamientos.

La aplicación de los productos orgánicos, se efectuó al momento de la siembra y cada 40 días después de la realización de los muestreos a las dosis correspondientes con sus tratamientos en las respectivas repeticiones.

La eliminación de malezas y aplicación de riegos fueron llevadas a cabo cuando la planta de girasol lo requirió.

Se utilizó un diseño completamente al azar, realizando además la comparación de medias con un nivel de significancia de 0.05 %.

Los resultados obtenidos estadísticamente fueron significativos, observándose que la dosis óptima del producto orgánico Agrosuelo fue la alta en comparación con la dosis baja y el testigo absoluto; también el producto Kobidin resultó ser significativo con los tratamientos anteriores.

Los nemátodos que más predominaron en los muestreos de los diferentes tratamientos, fueron los de la familia Cephalobidae.

LITERATURA CITADA

- Agrios, N.G. 1996. Fitopatología. Ed. Limusa. 2^a ed. México. 838 p.**
- Alba, O. y M. C. Llanos. 1990. El cultivo del girasol. Mundi – prensa. Madrid. 158 p.**
- Allsopp, P. 1977. Seedling pest of sunflower. Sunflower Oficial Publication of the Australian Sunflower Association. 1(5):10.**
- Bauer, M.L. 1984. Fitopatología. Ed. Futura. México. 377 p.**
- Bolton, Ch., *et al.* 1989 . Plant - parasitic nematodes on field crops in South Africa. 3. Sunflower. Revue Nematol. 12(1): 69-76.**
- Brodie, B.B. 1984. Nematode Parasites of Potato. Pp. 167 – 212. In: Nickle, W.R. (Ed.). Plant and Insect Nematodes. Marcel Dekker. New York.**
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura: Manejo simplificado. UACH. Dirección General del Patronato Universitario. Chapingo, México. 527 p.**
- Castillo, G. C. R. 1975. Evaluación de seis insecticidas en el control de las principales plagas del capítulo de Girasol (*Helianthus annuus*) variedad Tecmon-1 por el método de aplicación localizada y su comparación con otros métodos en Apodaca, N.L. Tesis Licenciatura. ITESM. 93 p.**
- Cepeda, S.M. 1996. Nematología Agrícola. Ed. Trillas. México. 305 p.**
- Cronquist, A. 1982. Introducción a la Botánica. 2^a Edición. Ed. Limusa. México, D.F. 82 p.**
- Dave, W. *et al.* 1983. Sunflower insect guide. The Sunflower. 9 (3): 26 - 32.**

- Deras, F.G. 1973. Evaluación de cuatro insecticidas en el combate de la palomilla del girasol (*Homoeosoma electillum*, Hulst) y la mosquita del girasol (*Neolasioptera musifeldtiana*, Felt) en Apodaca, N.L. Tesis Licenciatura. ITESM.**
- Díaz, F.A. 1986. Enfermedades del Girasol. Manual Fitosanitario Regional. PIFSV – SARH. Tamaulipas norte, México. pp. 75 – 76.**
- Draper, S.R. 1985. Seed Science and Technology. Volumen 13 No. 2.**
- Eisenback, J.D. 1985. Detailed Morphology and Anatomy of Second – Stage Juveniles Males, and Females of the Genus *Meloidogyne* root- knot Nematodes. pp 47 – 77. In: Sasser, N.J. and C. C. Carter (eds.). An Advanced Treatise on *Meloidogyne*. Vol. 1. Dept. of Plant Pathology. North Carolina State Univ. Raleigh, NC.**
- Gallegos, B. C. C. 1979. El cultivo de girasol en México. Gaceta Agrícola, año 22, No. 637.**
- Genung, W.G. y V.E. Green, Jr. 1979. Insect pest of sunflower in Florida. *The Sunflower*. 5(2): 10 – 11.**
- Goodey, J. *et al.* 1965. The nematode parasites of plants catalogued under their hosts. Commonwealth Agric. Bur. Forham Royal Bucks, England. P.**
- Grinaker, G. 1981 The cutworm. *The Sunflower*. 7(1) 16 – 17.**
- Haro, R. P.A. 1987. Respuesta a dos metodologías de selección recurrentes en Girasol (*Helianthus annuus* L.). Tesis de Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 75 p.**

- Heald, C. M. 1987. Classical Nematode Management Practices. pp. 100-104. In: Veech, J.A. and D.W. Dixon (eds.). *Vistas on Nematology*. E.O. Painter Printing Co. DeLeon Spring, FL.
- Hirschmann, H. 1985. The Classification of the Family Meloidogynidae and Morphological Characters Differentiating its Species. pp. 35-45 y 75-93. In: Sasser, N.J. and C.C. Carter (eds.). *An advanced Treatise on Meloidogyne*. Vol. 2: Dept. of Plant Pathology. North Carolina State Univ. Raleigh, NC.
- Hungate, E.R. 1966. *The Rumen and its Microbes*. 1ª Edición. Edit. Academic Press, Inc. New York. E.U. P. 533.
- Islam, U. *et al.* 1976. Studies of *Alternaria* black spot. (*Alternaria helianthi* Hansf.) of sunflower in Yugoslavia. Proc. VII Internacional Sunflower Conference. Krasnodar. pp 230 – 237.
- Islam, U. y Maric“, A. 1980. Contribution to the studies on biology, epidemiology and resistance on sunflower to *Alternaria helianthi* (Hansf.). *Zastita bilja*. 31: 35-49.
- Loera, G.J. y C.J. Vargas. 1984. Manual Fitosanitario regional. PIFSV, SARH. Delegación zona norte. Tamaulipas, México. pp. 127-129.
- Luc, M. *et al.* 1987. A Reappraisal of Tylenchina. 2. Clasificación of the Suborder Tylenchina. *Revue Nematol.* 10(2): 135–142.
- Mai, W. F. and G. S. Abawi. 1987. Interactions among Root- knot Nematodes and *Fusarium* Wilt Fungi on Host Plants. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25: 317-338.
- Mendoza, V.J.R. 1986. Evaluación de genotipos de Girasol (*Helianthus annuus* L.). Estudio de parámetros genéticos y correlaciones. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. 72 p.

- McBride, D. y D. Van der Puy. 1986. Update on herbicides, insecticides. The Sunflower. 12(3): 22-23.**
- Nagaraj, G. 1995. Quality and utility of oilseeds. The project director. Directorate of oilseeds Research. Rajendra nagar,Hyderabad p 70.**
- Ortegón, M.A.S. *et al.* 1993. El Girasol. 1ª edición. Ed. Trillas. México. 192 p.**
- Ortegón, M.A.S. y A. Escobedo. 1987. Fechas de siembra de girasol. Informe de labores. INIFAP - CIFAP. Tamaulipas. México.**
- Robles, S. R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial Limusa. México. 675 p.**
- Robles, S. R. 1985. Producción de oleaginosas y textiles. 1ª Ed. 1ª reimpresión. Editorial Limusa. México. Pp. 431 – 498.**
- Salcedo, B. *et al.* 1991. Estadística Básica del Sector Agropecuario, 10 años de Actividad Agropecuaria en México. Departamento de Estudios Económicos del Consejo Nacional Agropecuario. p. 18. México.**
- Schulz, J.T. 1978. Insect pest, in Carter, J.F. (ed.). Sunflower science and technology, Amer. Soc. Agr., Crop. Sci. Soc. Amer., Soil Sci., Amer., Madison, Wisconsin, Pp. 169-124.**
- Taylor, L.A. and J.N. Sasser. 1983. Biología, identificación y control de los nemátodos de los nódulos radicales (especies de *Meloidogyne*). Universidad de Carolina del Norte. Traducido por Carlos Sosa- Moss. México. 111 p.**