

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA
MAESTRIA EN PROTECCION VEGETAL

**ESTUDIO DE ALGUNAS MALEZAS CON
POSIBLES PROPIEDADES NEMATICIDAS
SOBRE *Nacobbus aberrans* (Thorne)
Thorne y Allen, 1944.**



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PROTECCION VEGETAL

P R E S E N T A

J. JESUS LOYOLA



CHAPINGO, MEXICO

1994

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Comité Asesor indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

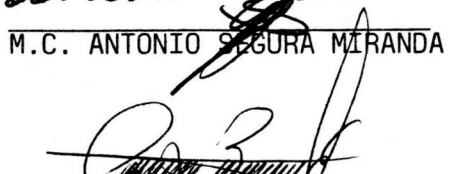
EN

PROTECCION VEGETAL

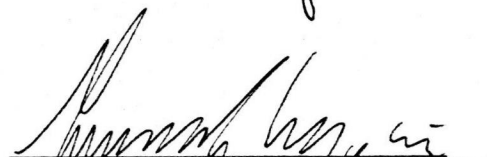
PRESIDENTE


M.C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

ASESOR


M.C. ANDRES BOLANOS ESPINOZA

ASESOR


M.C. SANTOS GERARDO LEYVA MIR

Chapingo, Méx., Febrero de 1994.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

El jurado del Examen de Grado de Maestría en Ciencias en Protección Vegetal estuvo constituido por:

PRESIDENTE



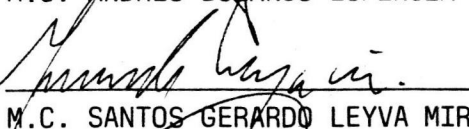
M.C. ANTONIO SEGURA MIRANDA

ASESOR



M.C. ANDRES BOLAÑOS ESPINOZA

ASESOR



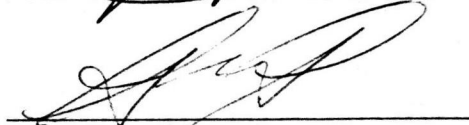
M.C. SANTOS GERARDO LEYVA MIR

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION DE
POSTGRADO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA



M.C. JOSE LUIS AYALA ORDUÑO

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION DE
ESTUDIOS DE POSTGRADO DE LA UACH



M.C. CALIXTO CARRILLO FONSECA

A.26,508

Cada uno de los cuales revisó y aprobó la tesis presentada.

Chapingo, Méx., Febrero de 1994.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en especial a los Departamentos de Enseñanza e Investigación en Fitotecnia y Parasitología Agrícola, Por permitirme la oportunidad de superarme académicamente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo brindado para la realización de mis estudios de Postgrado.

A la Subdirección de Investigación de la UACH, por haberme otorgado los recursos necesarios para la realización de esta tesis mediante el proyecto No. 8907032.

A los M.C. Antonio Segura Miranda y Calixto Carrillo Fonseca, por sus consejos durante la dirección y asesoría de la presente investigación.

A los M.C. Gerardo Leyva Mir, Andrés Bolaños Espinoza, Juan L. Medina Pitalúa y Carlos F. Viesca González, por las oportunas sugerencias y revisión de este trabajo.

A todos los profesores de la Maestría en Protección Vegetal, porque con su esfuerzo y dedicación supieron transmitirme sus sabias enseñanzas.

A todos las personas que en alguna forma contribuyeron en el desarrollo y culminación de este estudio.

DEDICATORIA

A MI MADRE:

MARIA ENCARNACION LOYOLA A.

Por su abnegado sacrificio y comprensión,
mi eterna gratitud.

A MIS HIJOS:

ANA LILIA Y JESUS ISRAEL

Motivo de mi superación y ejemplo para ellos.

A AURORA:

Por su comprensión para que este trabajo se lograra,
con amor.

A MIS HERMANOS (AS):

Sea un estímulo para ellos.

C O N T E N I D O

	Página
Contenido -----	v
Indice de cuadros -----	vii
Indice de figuras -----	viii
RESUMEN -----	ix
I. INTRODUCCION -----	1
Objetivo -----	2
Hipótesis -----	2
II. REVISION DE LITERATURA -----	3
1. El nematodo falso agallador <u>N. aberrans</u> -----	3
1.1. Importancia económica y distribución -----	3
1.2. Rango de hospederos -----	6
1.3. Clasificación taxonómica -----	9
1.4. Descripción morfológica -----	11
1.4.1. Los adultos -----	11
1.4.2. Los huevecillos -----	13
1.4.3. Las larvas o juveniles -----	14
1.5. Biología y hábitos -----	14
1.5.1. Ciclo biológico -----	14
1.5.2. Número de generaciones -----	15
1.5.3. Número de estadios larvarios -----	15
1.5.4. Hábitos y ecología -----	17
1.6. Síntomas y daños -----	19
1.7. Medidas de control -----	21
1.7.1. Prácticas culturales -----	21
1.7.1.1. Rotación de cultivos -----	22
1.7.1.2. Fechas de siembra -----	22
1.7.1.3. Enmiendas orgánicas y cober- teras antagónicas -----	22
1.7.1.4. Solarización -----	23
1.7.1.5. Inundaciones de terrenos ---	23
1.7.1.6. Uso de variedades resisten- tes -----	23
1.7.2. Control químico -----	25
2. La Alelopatía en la Agricultura -----	26
2.1. Definición de alelopatía -----	26
2.2. Historia de la alelopatía -----	27
2.3. Los aleloquímicos y su modelo de acción ----	30
2.4. La alelopatía en el manejo de agrosistemas -	35
2.4.1. Efecto alelopático arvense-arvense --	36
2.4.2. Efecto alelopático arvense-cultivo y viceversa -----	39

	Página
2.5. La alelopatía en la protección de cultivos -	46
2.5.1. La alelopatía en el control de arven- ses-----	46
2.5.2. La alelopatía en la fitopatología (hongos y bacterias) -----	48
2.5.3. La alelopatía en el control de insectos-----	64
2.5.4. La alelopatía en el control de nema- todos-----	69
III. MATERIALES Y METODOS -----	75
3.1. Planeación del experimento -----	75
3.1.1. Fase de campo -----	75
3.1.2. Fase de laboratorio -----	79
3.1.3. Fase de invernadero -----	81
3.2. El diseño experimental y de tratamientos -----	82
3.3. Parámetros de estudio -----	83
3.4. Análisis estadístico -----	84
IV. RESULTADOS Y DISCUSION-----	86
4.1. Variables respuesta -----	86
4.1.1. Altura final de planta (AFPE)-----	86
4.1.2. Longitud de raíz (LR)-----	86
4.1.3. Peso fresco de la raíz (PFRE)-----	88
4.1.4. Peso fresco de la parte aérea (PFPA)-----	88
4.1.5. Peso fresco total de planta (PFTP)-----	89
4.1.6. Peso seco de raíz (PSR)-----	90
4.1.7. Peso seco de la parte aérea (PSPA)-----	90
4.1.8. Peso seco total de la planta (PSTP)-----	91
4.1.9. Número de agallas (NA) -----	91
4.2. Análisis de correlación -----	95
4.2.1. Peso fresco total de planta (PFTP)-----	95
4.2.2. Peso seco de la parte aérea (PSPA)-----	97
4.2.3. Peso seco total de la planta (PSTP)-----	97
4.2.4. Número de agallas (NA) -----	97
4.3. Discusión Global-----	97
4.3.1. Efectos en el sistema radicular-----	97
4.3.2. Efectos de la parte aérea de planta-----	98
4.3.3. Efecto de las malezas en el agallamiento	99
VI. CONCLUSIONES -----	102
VII. LITERATURA CITADA -----	104

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Especies cultivadas y silvestres que son - hospederos de <u>Nacobbus</u> spp.	7
2	Nivel de significancia observado (NSO) obtenidos del análisis de varianza para las variables: al- tura final de planta (AFP), longitud de raíz (LR), peso fresco de raíz (PFR), peso fresco de la parte aérea (PFPA), peso fresco total de plan- ta (PFTP), peso seco de raíz (PSR), peso seco de la parte aérea (PSPA), peso seco total de planta (PSTP) y número de agallas (NA) de <u>Nacobbus</u> <u>aberrans</u> en el cultivo de la espinaca. Chapingo, México. 1992.	87
3	Medias asociadas a los niveles de los factores B (<u>Bidens pilosa</u>), S (<u>Simsia amplexicaulis</u>) y T (<u>Tithonia tubaeformis</u>) sobre las variables res- puesta del cultivo de la espinaca infestada por <u>Nacobbus aberrans</u> . Chapingo, México. 1992.	87
4	Comparación de medias a través de la prueba de Tukey para combinaciones de los niveles de los factores <u>Bidens pilosa</u> x <u>Simsia amplexicaulis</u> (BxS), <u>Bidens pilosa</u> x <u>Tithonia tubaeformis</u> (BxT), <u>S. amplexicaulis</u> x <u>T. tubaeformis</u> (SxT) en el cultivo de la espinaca. Chapingo, México. 1992	93
5	Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable número de agallas causadas por <u>Nacobbus aberrans</u> Thorne y Allen, 1944 sobre la raíz de espinaca (<u>Spinacea oleracea</u> L.). Chapin- go, México. 1991.	95
6	Análisis de correlación para las variables respuesta observadas en el cultivo de espinaca infestada por <u>Nacobbus aberrans</u> y tratadas con maleza <u>in vivo</u> con posible efecto nematicida. Chapingo, México. 1992.	96

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Aspectos morfológicos del nemátodo falso agallador (<u>Nacobbus aberrans</u>) Thorne y Allen, 1944. -----	12
2	Aspectos morfológicos de la aceitilla (<u>Bidens pilosa</u> L.) -----	76
3	Aspectos morfológicos del acahual amarillo (<u>Simsia amplexicaulis</u> (Cav.) Blake) -----	77
4	Aspectos morfológicos del gigantón (<u>Tithonia tubaeformis</u> (Jacq.) Cass.-----	78
5	Representación gráfica de las interacciones: 5A. <u>Bidens pilosa</u> x <u>Simsia amplexicaulis</u> (BxS); 5B. <u>B. pilosa</u> x <u>Tithonia tubaeformis</u> (BxT); y 5C. <u>S. amplexicaulis</u> x <u>T. tubaeformis</u> (SxT). - - - - -	93

PRESENTACION

En la actualidad, ha despertado gran interés social el uso indiscriminado de los plaguicidas en la agricultura ya que éstos han causado graves problemas a la ecología y a la misma humanidad; entre los problemas que más destacan se consideran la contaminación del ambiente (suelos, ríos, canales, etc.), la resistencia genética de los seres vivos problema (hongos fitopatógenos, bacterias fitopatógenas, plagas insectiles, roedores, etc.) y el resurgimiento de otros organismos como un nuevo problema de importancia primaria.

La problemática anterior ha conducido al desarrollo urgente de nuevas alternativas bajo las bases de principios biológicos que no dañen al medio ambiente, principalmente: 1) la manipulación de genes que gobiernan la resistencia genética de los organismos problema con objeto de reducir su capacidad de ataque, y además, el incremento de la calidad genética en los genotipos de las especies vegetales, así como en los enemigos biológicos naturales; 2) el uso de productos químicos naturales, por ejemplo, reguladores de crecimiento de los insectos u hormonas, compuestos alelopáticos, antibióticos, etc., y 3) el uso integral de los agrosistemas con el objeto de implementar estrategias que reduzcan los problemas antes señalados.

Generalmente en la agricultura moderna, la maleza provoca pérdidas en el orden del 10 al 30%, según el cultivo, la variedad, la región, etc., y que por muchos años se le ha considerado como negativa. Sin embargo, muchas propiedades químicas aún no han sido bien estudiadas y éstas pueden ser aprovechadas de manera eficiente en el manejo integral de los cultivos y en el control biológico de algunos organismos problema pero sin reducir los rendimientos.

El enfoque de la presente investigación es hacia el uso integral de los recursos disponibles con un menor costo económico y ecológico ya que la maleza actúa con efectos protectivos al reducir el agallamiento causado por *Nacobbus aberrans* en la raíz de la espinaca variedad Viroflay, que es

tolerante al ataque del nemátodo citado; en particular, *Simsia amplexicaulis* (acahual amarillo) no interfiere en los componentes del rendimiento del cultivo mencionado, por lo que representa una alternativa más en su uso para el control biológico de *N. aberrans*. Sin embargo, debe de iniciarse la búsqueda de umbrales de nocividad de las otras dos especies estudiadas (*Bidens pilosa* y *Tithonia tubaeformis*) mediante la densidad de poblaciones adecuadas tanto en condiciones artificiales como en naturales.

Hoy en día se cuenta con algunos antecedentes al respecto y que deben de desarrollarse en forma inmediata y validarse tanto para otras especies problema (maleza, nemátodos, insectos, etc.) como en especies vegetales útiles al hombre, por ejemplo en Estados Unidos de Norteamérica *N. aberrans* ocasiona pérdidas anuales de 1200 millones de dólares, en el cultivo de la remolacha, si la especie de *S. amplexicaulis* está presente ayudará a atenuar dicho problema, y que puede ser extrapolado a otros cultivos ya sea en la agricultura nacional o de otros países.

J.J. LOYOLA

1992

RESUMEN

El nematodo falso agallador Nacobbus aberrans ataca aproximadamente 35 especies cultivadas y silvestres pertenecientes a las familias Solanaceae, Leguminosae, Quenopodiaceae, Compositae, Poaceae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Amarantaceae, Umbelliferae, Portulacae, Malvaceae y Polygonaceae.

Los cultivos hortícolas son los más afectados ya que se consideran alrededor de 20 especies reportadas, seguidas por siete arvenses, cuatro cultivos básicos, tres especies forrajeras y una ornamental.

Las pérdidas estimadas en el cultivo de remolacha azucarera por N. aberrans, en los Estados Unidos de Norteamérica son del orden del 11% que representan alrededor de 1200 millones de dólares anuales, cifra similar a las importaciones que México realiza en compras de oleaginosas. En nuestro país, en los estados centrales donde se siembra jitomate los daños ocasionados fluctúan entre el 50 al 100%.

Actualmente, entre las diversas medidas de control de nematodos, las sustancias tóxicas de origen natural procedentes de la familia Compositae, estan siendo investigadas como una alternativa más para evitar el deterioro ambiental y contrarrestar los efectos de resistencia que causan los nematocidas químicos de tipo sintético al respecto, las investigaciones por el momento son escasas.

El presente estudio tiene como objetivo: detectar el efecto nematocida de las malezas Bidens pilosa L., Simsia amplexicaulis (Cav.) Blake y Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass. sobre el nematodo falso agallador Nacobbus aberrans (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 en el cultivo de espinaca (Spinacea oleraceae L.) con el propósito de reducir el agallamiento en el área de absorción radicular.

El estudio se hizo bajo las siguientes fases:

- 1) de Campo
- 2) de Laboratorio
- 3) de Invernadero.

En la fase de campo, se realizaron muestreos y colectas tanto de las semillas de las malezas indicadas, así como del nematodo falso agallador, a finales de 1989 y principios de 1990. En el laboratorio de Nematología Agrícola del Departamento de Parasitología Agrícola se extrajeron los huevecillos-larva y se contabilizaron inmediatamente, con base a la metodología señalada por Carri-
llo (1989) con algunas modificaciones.

En invernadero se estableció el bioensayo correspondiente bajo el diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones y a los 15 días posteriores a la siembra se aplicaron 200 huevecillos-larva por unidad experimental (u. e.); dicha u. e. consistió en una maceta de poliuretano, donde se le colocó suelo esterilizado y húmedo con tres semillas de espinaca variedad Viroflay, así como de 30 semillas de maleza, donde sólo se dejaron crecer dos plantas de las malezas correspondientes, de acuerdo al diseño de tratamientos en factorial 2^3 que es como sigue:

No. de Trat.	<u>B. pilosa</u>	<u>S. amplexicanlis</u>	<u>T. tubaeformis</u>
1 (000)	B ₀	S ₀	T ₀
2 (100)	B ₁	S ₀	T ₀
3 (010)	B ₀	S ₁	T ₀
4 (001)	B ₀	S ₀	T ₁
5 (110)	B ₁	S ₁	T ₀
6 (101)	B ₁	S ₀	T ₁
7 (011)	B ₀	S ₁	T ₁
8 (111)	B ₁	S ₁	T ₁

Las variables respuestas de la espinaca que se estudiaron fueron: altura de planta (AP); longitud de raíz (LR); peso fresco de raíz (PFR); peso fresco de la parte aérea de planta (PFPA); peso fresco total de planta (PFTP); peso seco de raíz (PSR); peso seco de la parte aérea de planta (PSPA); peso seco total de planta (PSTP) y Número de Agallas (NA).

De acuerdo a los resultados y análisis respectivos, se encontró que la presencia de las malezas en estudio (B. pilosa, S. amplexicaulis y T. tubaeformis) no permiten el agallamiento en sus propias raíces ni en la espinaca variedad Viroflay cuando dichas malezas se encontraron en forma individual o asociada. Además, la especie S. amplexicaulis no presenta efectos negativos que afecten significativamente la parte radicular y aérea de la espinaca como sucede con B. pilosa y T. tubaeformis, por lo que se considera como la más prometedora para el control in vivo de N. aberrans y por último, la cantidad de agallas causadas por N. aberrans está en función del crecimiento y desarrollo que logre la planta de espinaca variedad Viroflay debido a su tolerancia.

I. INTRODUCCION

En México, el cultivo de la espinaca (Spinacea oleracea L.) en los últimos años ha adquirido importancia debido a su mayor demanda en el mercado nacional tanto para su consumo en fresco como industrializado. Hasta 1977, la superficie era menor a 100 hectáreas con rendimientos que fluctuaban entre dos y 10 ton/ha; los principales estados productores son: México, Michoacán, Puebla, Tlaxcala y Distrito Federal (Anónimo, 1977). Actualmente, Garza (1990) estima que se cosechan alrededor de 800 hectáreas con una productividad promedio de ocho ton/ha, en los estados ya mencionados incluyendo a Guanajuato e Hidalgo; así mismo, cita que los principales problemas de la espinaca son causados por las diabroticas y los nemátodos.

Entre los nematodos más importantes se encuentran los géneros Nacobbus y Meloidogyne, que causan agallas en la raíz de la espinaca que reducen el área de absorción de agua y nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta.

Por otra parte, se han utilizado diversas medidas de control contra los nematodos como el químico, cultural, entre otros, pero muy escasamente el uso de plantas con propiedades antagónicas; al respecto, Bell (1981) señala que más de la tercera parte de las especies de la familia Compositae suprimen las poblaciones de nematodos en el suelo, que las circundan, por ejemplo: Tagetes erecta L. y Azadirachta indica Juss. producen exudados tóxicos a

los nematodos, y estas plantas se han utilizado para el control biológico de los mismos. Rosado et al. (1980) citan que en el control de poblaciones de nematodos fitoparásitos debe de aprovecharse las poblaciones de arvenses sin descuidar el efecto sobre el cultivo; por lo tanto, es importante el conocimiento de las malezas con efectos nematocidas sobre los nematodos para un mejor manejo de la interrelación cultivo-maleza-nematodos, si este fenómeno fuese aprovechado se tendría una mayor eficiencia en la producción comercial de los cultivos.

En particular, Caero (1976) indica que Spergula arvensis suprime a Nacobbus sp.; así mismo, Marbán y Zuckerman (1989) reportan a Canavalia ensiformis y Phaseolus mungo, reducen el índice de agallamiento ocasionado por N. aberrans en tomate; por otra parte, no se encontró reporte alguno de Simsia y Tithonia sobre las poblaciones del nemátodo citado, motivo por el cual, la presente investigación plantea como objetivo:

Detectar el efecto nematocida de las malezas Bidens pilosa L., Simsia amplexicaulis (Cav.) Blake y Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass. sobre el nematodo falso agallador Nacobbus aberrans (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 en el cultivo de espinaca (S. oleracea L.).

De acuerdo con el objetivo se plantean las siguientes hipótesis:

1. El nematodo falso agallador se reproduce en el cultivo de la espinaca en ausencia de las malezas con posibles efectos nematocidas.

2. Las malezas en estudio no permiten el agallamiento del nematodo falso agallador en el cultivo de la espinaca.

II. REVISION DE LITERATURA

1. EL NEMATODO FALSO AGALLADOR N. aberrans (Thorne, 1935) Thorne y Allen 1944.

1.1. Importancia económica y distribución.

En 1987, Sasser y Freckman citados por Poinar, (1988) estiman que las pérdidas anuales causadas por los nematodos fluctúan del 7 al 20% según el cultivo atacado, y en promedio del orden del 11%.

Desde hace mucho tiempo se conoce que el género Nacobbus sp ataca a la remolacha y causa pérdidas del 11% que representan alrededor de 1200 millones de dólares anuales en los Estados Unidos de América.

Durante los años 1953 y 1954, Thorne y Schuster (1956) determinan la infestación causada por las especies de Nacobbus en 32% de 125 campos de remolacha azucarera (Beta vulgaris L.) en North Platte, River Valley, Nebraska.

Para 1959, Caveness reporta la distribución de N. batatiformis en 14 condados de seis estados del oeste de los E.U.A.

Webster (1972) reporta la presencia de Nacobbus spp en los estados de Colorado, Kansas, Montana, Nebraska y Wyoming, E.U.A. En ese mismo año, Jhonson y Thames encuentran a Nacobbus parasitando a la espinaca en el estado de Texas.

Jatala (1985) menciona que en E.U.A. el nematodo falso agallador tiene su importancia bien reconocida de tal forma que en el estado de California se le considera como una "plaga" de clase A y sujeta a normas cuarentenarias.

En Bolivia, en las altas altitudes del sur del Perú, alrededor del Lago Titicaca, Nacobbus spp se considera como el mayor obstáculo en la producción de papas (Jatala, 1985), así como en Argentina en las zonas de Tafí del Valle y Las Estancias (Costilla et al. 1981).

En 1970, Jiménez encontró N. aberrans en el cultivo de papa en Belén, Arica, Chile.

Respecto a su distribución mundial, se reporta en E.U.A. (Thorne y Shuster, 1986), Bolivia (Cid, 1985; Jatala, 1985); Inglaterra (Franklin, 1956; Cid 1985); Costa Rica (Marbán y Zuckerman, 1989); Ecuador (Quimi, 1981a); Argentina, (Costilla et

al. 1981); Chile (Jiménez, 1970); Perú, Holanda, India, Rusia (Jatala, 1985) y México (Bruner 1967).

En México, se ha reportado en los estados de México (Bruner, 1967), Guanajuato, Hidalgo, Puebla, Morelos, Oaxaca (Zamudio et al. 1987a) y Tlaxcala (Bauer, 1984).

El primer reporte sobre la presencia de Nacobbus sp. en nuestro país es por Bruner (1967) al observar el ataque al Chile (Capsicum annuum L.) en Chapingo, México.

Posteriormente, Castro (1975) reporta a Nacobbus sp junto con Meloidogyne atacando al jitomate en el estado de Guanajuato.

Los daños que ocasiona N. aberrans fluctúan entre 50 al 100% en el cultivo de jitomate en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Puebla, México, Morelos, Oaxaca, entre otros (Zamudio et al. 1987b). Castillo (1985) observó pérdidas del 100% en jitomate ocasionados por Nacobbus sp. en Ixmiquilpan, Hgo.

En el estado de Hidalgo, la producción de jitomate ha declinado debido a la presencia de Nacobbus sp.; por ejemplo, en la región de Actopan el jitomate es atacado por Nacobbus y Fusarium en forma individual y/o asociada desde 1977 (Jara et al. 1983), y la región de progreso (Cruz et al. 1987), e Ixmiquilpan (Gómez et al. 1987). Cruz et al. (1987) señalan que N. aberrans

es más agresivo y competitivo hasta lograr desplazar a Meloidogyne.

Bauer (1984) menciona que Nacobbus ocasiona serios daños al jitomate en el Bajío y a la remolacha en el Valle de México.

1.2. Rango de hospederos.

El nematodo falso agallador Nacobbus spp posee una amplia gama de hospederos, ya que ataca un gran número de especies cultivadas y silvestres, aproximadamente 35, pertenecientes a las familias Solanaceae, Leguminosae, Quenopodiaceae, Compositae, Poaceae, Cruciferae, Cucurbitaceae, Amarantaceae, Umbelliferae, Portulacaceae, Malvaceae y Polygonaceae (Cuadro 1).

Los cultivos hortícolas son los mas afectados por el ataque de Nacobbus spp, que representan alrededor de 20, seguidos por las arvenses (7) , cultivos básicos (4), cultivos forrajeros (3) y una ornamental.

Jara et al. (1983) determinan que el 95% de las raíces de Amaranthus hibridus, Portulaca oleraceae y Malva sp estaban infestadas con Pratylenchus sp y N. serendipiticus.

Cruz et al. (1987) señalan una infestación media con manchones menores al 30% de la superficie con la presencia de Nacobbus en las especies de mala mujer, trébol y pasto setaria, asimismo, una

CUADRO 1. ESPECIES CULTIVADAS Y SILVESTRES QUE SON HOSPEDEROS DE Nacobbus spp

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	F U E N T E
Solanaceae	Jitomate	<u>Lycopersicon esculentum</u> L.	Clark (1967)
	Chile	<u>Capsicum annum</u> L.	Bruner (1967); Clark (1967)
	Chile miahuateco	<u>C. annum</u>	Zamudio <u>et al.</u> . (1987b)
	Chile mulato	<u>C. annum</u>	Zamudio <u>et al.</u> . (1987b)
	Papa	<u>Solanum tuberosum</u> L.	Clark (1967)
	Berenjena	<u>S. melongena</u> L.	Clark (1967)
	Tomate de cáscara	<u>Physalis pubescens</u> L.	Jensen (1972); Zamudio <u>et al.</u> . (1987b)
	Mala mujer	<u>S. nigrum</u> L.	Clark (1967)
	Toloache	<u>Datura stramonium</u>	Cruz <u>et al.</u> . (1987), Thorne y Schuster (1956)
Chenopodiaceae	Remolacha	<u>Beta vulgaris</u> var. <u>Altissima</u> L.	Clark (1967); Jensen (1972)
	Quinoa	<u>Chenopodium quinoa</u> Willd.	Cornejo (1977)
	Espinaca	<u>Spinacea oleraceae</u> L.	Santa Cruz citado por Marbán (1983), Johnson y Thames (1972); Carrillo (1988)
	Acelga	<u>B. vulgaris</u> var. <u>cycla</u> L.	Cornejo (1977)
	Quelite	<u>Chenopodium album</u> L.	Clark (1967)
	Quelite cenizo	<u>Ch. murale</u> L.	Cruz <u>et al.</u> . (1987)
Leguminosae	Frijol	<u>Phaseolus</u> sp	Clark (1967); Jensen (1972)
	Alfalfa	<u>Medicago sativa</u> L.	Aguilar <u>et al.</u> . (1978)
	Chícharo	<u>Pisium sativum</u> L.	Zamudio <u>et al.</u> . (1987b)
	Trébol	<u>Trifolium</u> spp	Cruz <u>et al.</u> . (1987b)
Compositae	Lechuga	<u>Lactuca sativa</u> L.	Clark (1967), Jensen (1972)
	Cempoazúchitl	<u>Tagetes erecta</u>	
	Diente de león	<u>Taraxacum officinale</u> L.	Jara <u>et al.</u> . (1987)
	Hediondilla	<u>Cestrum roseum</u>	Cruz <u>et al.</u> . (1987)
	Hierba de gallina	<u>Stellaria media</u> (L.) Mill.	Cruz <u>et al.</u> . (1987) Clark (1967)
Graminae	Trigo	<u>Triticum aestivum</u> L.	Jara <u>et al.</u> . (1987)
	Cebada	<u>Hordeum vulgare</u> L.	Clark (1967)
	Avena	<u>Avena sativa</u> L.	Jara <u>et al.</u> . (1987)
	Pasto setaria	<u>Setaria macrostachia</u> L.	Cruz <u>et al.</u> . (1987)
Cruciferae	Col	<u>Brassica oleraceae</u> var. <u>Capitata</u> L.	Jensen (1972); Zamudio <u>et al.</u> . (1987b)
	Brocoli	<u>B. oleraceae</u> var. <u>italica</u> L.	Cornejo (1977)
	Rábano	<u>Raphanus sativus</u> L.	Zamudio <u>et al.</u> . (1987b)

Continúa...

Continuación Cuadro 1.

FAMILIA	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	F U E N T E
Cucurbitaceae	Calabaza Pepino	<u>Cucurbita pepo</u> <u>Cucumis sativus</u> L.	Jensen (1972); Jara <u>et al</u> . (1987) Clark (1967); Jensen (1972)
Umbelliferae	Zanahoria	<u>Dacus carota</u> L.	Jensen (1972); Zamudio <u>et al</u> . (1987b)
Portulacaceae	Verdolaga	<u>Portulaca oleraceae</u>	Cruz <u>et al</u> . (1987)
Malvaceae	Malva	<u>Malva parviflora</u> L.	Cruz <u>et al</u> . (1987)
Amaranthaceae	Quelite	<u>Amaranthus hibridus</u> L.	Cruz <u>et al</u> . (1987)
Polygonaceae	Trigo sarraceno	<u>Eagopyrum esculentum</u> L.	Aguilar <u>et al</u> . (1978)

infestación baja y aislada en verdolaga.

Zamudio et al. (1987b) reportan para tomate (212 agallas), calabacita (139), frijol ejotero (122), rábano (46), chile miahuateco (42), zanahoria (39), tomate de cáscara (23) y chícharo (19); a excepción de la sandía, lechuga, melón, ajo, col, cebolla y chile mulato, resultados que difieren de los demás investigadores y sugieren que posiblemente se trate de una población genéticamente diferente que a la fecha ha sido utilizada para determinar gama de hospedantes.

1.3. Clasificación taxonómica.

En 1918, Cobb fué el primero en reportar la presencia de Nacobbus en Colorado, E.U.A. (Thorne y Allen, 1944), en sus ilustraciones supuso que estos individuos correspondían a machos y larvas de Heterodera schachtii Smidt, 1971.

Posteriormente, en 1935, Thorne describe las primeras especies de Nacobbus y Anguillulina aberrans a partir de muestras colectadas de Atriplex confertifolia (Torr. y Frem.) procedente de las laderas desérticas de la zona oeste del lago Utah, E.U.A. (Thorne y Allen, 1944).

En 1944, Thorne y Allen proponen el género Nacobbus y designan a la especie tipo N. dorsalis procedente del sur de California e

incluyendo a Anquillulina aberrans (= N. aberrans) dentro del género, ubicado dentro de la familia Tylenchidae.

En 1956, Thorne y Schuster describen una nueva especie N. batatiformis colectada de muestras de remolacha azucarera proveniente de Mitchell, Nebraska, E.U.A.

En 1959, Franklin describe una nueva especie N. serendipiticus atacando al tomate en Inglaterra.

En 1961, Lordello y colaboradores describen una subespecie N. serendipiticus bolivianus atacando a la papa en Cochabamba, Bolivia.

Según Morgan (1971) el género Nacobbus tiene la siguiente clasificación taxonómica:

PHYLLIUM: NEMATODA (Diesing, 1861) Potts, 1932.

CLASE: SECERNENTEA (Von Linstow, 1905), Dougherty, 1958.

ORDEN: TYLENCHIDA Thorne, 1949.

SUBORDEN: TYLENCHINA (Orley, 1880) Geraert, 1966.

SUPERFAMILIA: TYLENCHOIDEA (Orley, 1880) Chitwood & Chitwood, 1937.

FAMILIA: NACOBVIDAE (Chitwood & Chitwood, 1950).

SUBFAMILIA: NACOBVINAE Chitwood & Chitwood, 1950.

GENERO: NACOBBUS Thorne y Allen, 1944.

Especies: N. aberrans (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944.

N. dorsalis Thorne y Allen, 1944.

N. batatiformis Thorne y Schuster, 1956.

Sinonimia: N. serendipiticus Franklin, 1959 (= N. aberrans).

1.4 Descripción morfológica.

1.4.1. Los adultos.

Thorne y Allen (1944) incluyen al género Nacobbus dentro de la Familia Tylenchidae, el cual está caracterizado por presentar un marcado dimorfismo sexual. Los machos adultos son vermiformes mientras que las hembras en la parte media de su cuerpo se ensanchan para tomar una forma de pera irregular o de saco y son sedentarias (Thorne y Allen, 1944; Roman, 1978; Maggenti, 1981). En las hembras, la región labial es muy pequeña; estilete bien desarrollado, con nódulos basales pequeños; el procorpus del esófago bien desarrollado, separándose del bulbo medio o metacorpus que es muy ancho por medio de una pequeña constricción; las glándulas esofágicas se encuentran sobrepuestas dorsalmente al intestino. La vulva tiene forma de una abertura transversal profunda localizada en la parte posterior del cuerpo muy cerca del ano, consta de una simple gónada (Thorne y Allen, 1944); es decir, muestra vulva terminal y un sólo ovario (Roman, 1978; Maggenti, 1981) (Figura 1).

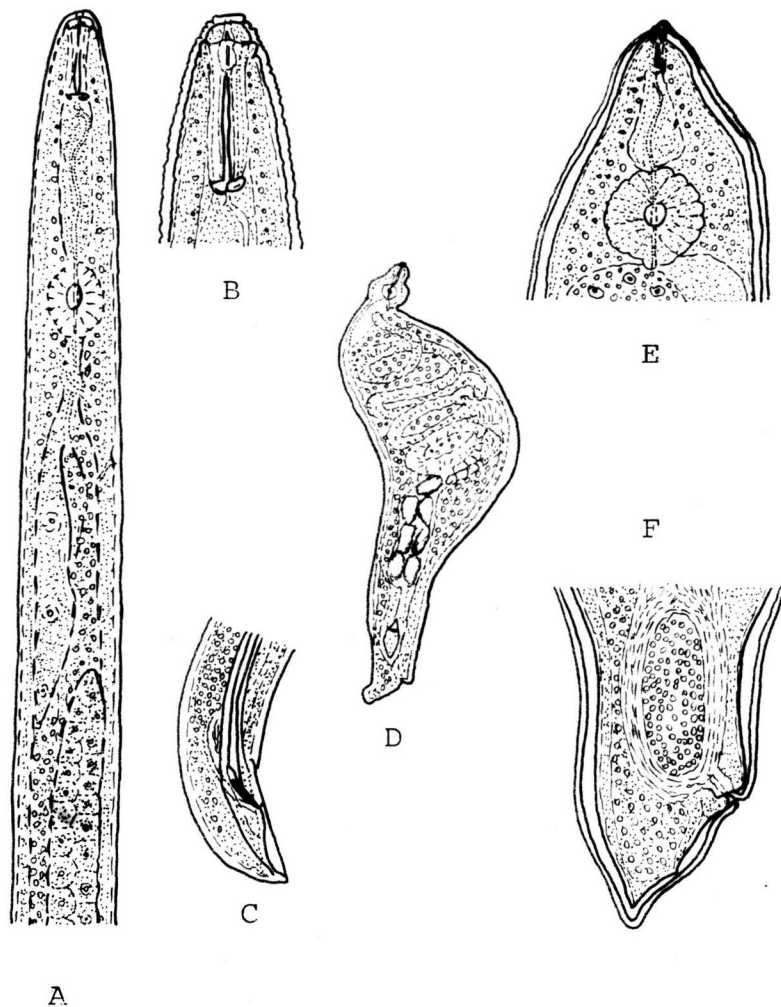


FIGURA N° 1. Aspectos morfológicos del nematodo falso agallador (Nacobbus aberrans Thorne y Allen. 1944) según - Thorne y Schuster (1956)

A-C, Macho: A, región del esófago; B, Cabeza y C, rabo; D - F. hembra; D, hembra adulta, forma globosa; E, región del esófago y F, rabo.

En los machos, la región labial es muy grande en proporción con el tamaño del cuerpo; estilete desarrollado, con nódulos basales fuertes; metacorpú tan ancho como el cuello; glándulas esofágicas sobrepuestas dorsalmente al intestino; espículas de una longitud aproximada de 24 μ ; gubernáculo simple, de cerca de 1/4 de la longitud de las espículas, las cuales están envueltas por una bursa terminal; fasmidias presentes, localizadas a la mitad entre las espículas y la terminación de la cola (Thorne y Allen, 1944). Los machos llegan a medir desde 0.8 - 0.9 mm de longitud (Costilla et al. 1981).

1.4.2. Los huevecillos.

Los huevecillos son de forma oval; con dimensiones de 80 μ de largo y 37 μ de ancho; presenta corión liso. Los huevecillos son ovipositados por la hembra y se depositan en un saco gelatinoso que más tarde se le conoce como saco de huevos; Schuster y Sandstedt (1967) encontraron alrededor de 500 o más huevos en un saco gelatinoso en la raíz de papa del nematodo N. batatiformis.

Los huevecillos se pueden encontrar en diferentes fases de desarrollo embrionario, desde célula a formas más avanzadas (Cid, 1985).

1.4.3. Las larvas o juveniles.

Las larvas son de forma cilíndrica, con cutícula finamente estriada transversalmente; pasan por cuatro estadios larvales. El primer estadio ocurre dentro del huevecillo (Thorne y Allen, 1944) donde se encuentra desde una célula hasta formas más avanzadas de desarrollo (Cid, 1985) como es la presencia de una cola puntiaguda (Thorne y Allen, 1944). Después del segundo estadio se diferencia el sexo, siendo la gónada de la hembra más larga que la del macho y colocada siempre cerca de la cola (Thorne y Allen, 1944). El tercer y cuarto estadios son de movimientos lentos, enroscados dentro de la raíz donde dejan una cavidad a su paso, causando necrosis.

1.5. Biología y hábitos.

1.5.1. Ciclo biológico.

Jatala (1985) menciona que el ciclo biológico de Nacobbus sp está en función del hospedante, temperatura y la raza, y cita que se cumple entre 25 y 50 días.

Taylor y Sasser (1983) indican que el ciclo biológico de éste nematodo debe dividirse en dos etapas: preparasítica y parasítica, la etapa preparasítica inicia desde la oviposición hasta la larva (J1) y la etapa parasítica desde la larva J2 hasta su reproducción.

Inserra et al. (1983 y 1985) señalan que tanto los machos como las hembras se presentan entre los 30 y 59 días después de la inoculación a los 25° y 20° C, respectivamente; que coinciden con el tiempo en que sucede el dimorfismo sexual.

La diferenciación sexual de los machos ocurre en un período de tiempo más corto (Prasad y Webster, 1967); estos mismos autores, encontraron que la temperatura tiene un efecto en la proporción sexual (machos/hembras), a 30° C es de 8:1, mientras que a 25° C es de 1:1.

1.5.2. Número de generaciones.

Thorne y Allen (1944) mencionan que el número de generaciones de Nacobbus está en función del ciclo biológico de la planta, ya que en las de ciclo corto sólo ocurre una sola generación, mientras que en las perennes o de ciclo largo pueden presentarse dos o más generaciones.

1.5.3. Número de estadíos larvarios o juveniles.

Thorne y Allen (1944) citan que se presentan cuatro estadíos larvarios en Nacobbus sp.

Las larvas J₁ se presentan a los siete días después de la primera división celular, este J₁ muda (M₁) dentro del huevo entre los 10 y 11 días a 25° C, pero a los 15° C ocurre a los 20

días (Clark, 1967; Inserra et al. 1983).

La larva J₂ emerge del huevo a los 10 días a 25° C en un 80%; y de 12 a 17 días a 15° C en 10-20% de emergencia (Clark, 1967), mientras que Inserra et al. (1983) reportan hasta 52 días a esa misma temperatura.

El tiempo requerido después de la penetración a la formación de pequeñas agallas es de cinco días (Cid, 1985).

La M₂ ocurre después de la inducción de los síntomas en las plantas.

Después de M₂ da origen al J₃ y éste muda (M₃) dentro de la raíz generalmente aunque también en el suelo (Clark, 1967).

La J₃ se presenta entre los 11 y 14 días a 25° y 20° C, respectivamente después de la inoculación; se caracterizan por tener una forma de "C" o espiralada y se inicia la diferenciación sexual.

La J₄ ocurre a los 16 y 22 días después de la inoculación a los 25° y 20° C, respectivamente. Las gónadas sobresalen y en las hembras la futura vulva se presenta como una pequeña mancha brillante y la gónada se extiende ligeramente hacia la parte posterior formando un pequeño saco post-uterino. En los machos aún

no se forman las espículas ni el gubernaculum.

1.5.4. Hábitos y ecología.

Las larvas, en todos sus estadíos están capacitadas para llevar vida parasitaria. Las larvas del segundo estadio son las que penetran a la raíz, pueden introducirse varias larvas por el mismo sitio de penetración, (Thorne y Allen, 1944). Al respecto, Quimi (1981a) señala que la invasión de los estadíos J₂ ocurre principalmente en las raíces secundarias laterales; los sitios preferidos de invasión son: región de elongación (57%), región de maduración y de pelos radicales (31%) y región apical (12%). Este mismo autor, comprueba que los estadíos J₃ y J₄, así como los machos son incapaces de provocar invasión a las raíces y sólo los estadíos infectivos de parasitismo son J₂ y hembras inmaduras (Quimi, 1981b).

Una vez que las larvas J₂ se mueven intracelularmente causan necrosis y favorecen la invasión de bacterias y hongos, las larvas J₃ y J₄ permanecen enroscados en las células de la raíz. Los individuos del cuarto y último estadio larval se caracterizan por su inmovilidad y se encuentran generalmente en las agallas de las raíces (Costilla et al. 1977).

Después de la cuarta muda (M₄) se presenta el dimorfismo sexual, y se transforman en macho y hembra jóvenes, en este

momento ocurre la copulación y muchos machos jóvenes emigran al suelo donde terminan su ciclo biológico mientras que las hembras jóvenes llegan al cilindro central de las raíces donde provocan hipertrofia de las células, empezando por la formación de la agalla, que consiste en el conjunto de varias paredes delgadas de células dispuestas en forma de huevo, en el cual descansa la cabeza de la hembra.

A medida que la agalla se desarrolla, la hembra cambia de forma hasta llegar a ser oval en la parte anterior, y en la posterior alargada, se extiende hacia la periferia de la agalla y se forma una abertura, a través de la cual descarga los huevecillos en una bolsa gelatinosa; las agallas son grandes y en el interior se notan zonas necróticas, donde existieron hembras que ahí perecieron (Cid, 1981; Maggenti, 1981).

Carrillo (1988) encontró que una sola agalla puede tener tres hembras en la raíz de espinaca variedad califlay.

Respecto a su ecología, Cruz et al. (1987) mencionan que el área de dispersión del nematodo N. aberrans en suelos de tipo franco hasta migajón arcillo-arenoso, con predominio de éstos últimos con un rango de temperatura de 15 a 23° C y una humedad de 5 al 19% y con alcalinidad ligera, coincidiendo con Johnson y Thames (1972) respecto a los requerimientos óptimos de desarrollo.

1.6. Síntomas y daños.

En 1973, Sosa y González y, Sosa y Muñoz estudiaron varios niveles de inóculo de N. serendipiticus sobre el crecimiento y producción de frutos de chile y jitomate, respectivamente; los niveles utilizados en chile fueron 125, 500, 1250 y 2500 nematodos por Kg de suelo, donde todas las concentraciones afectan al desarrollo en jitomates, además, de las concentraciones mencionadas 6250 y 12500 nematodos por Kg de suelo, a bajas concentraciones se incrementa la producción y a altas disminuye.

Jatala (1985) señala que no existe un diagnóstico específico del daño causado por Nacobbus en la parte aérea de la planta. Las plantas infestadas generalmente disminuyen su crecimiento apical y tienden a marchitarse cuando hay deficiencia de humedad. Los síntomas en raíces se asocian a la presencia de agallas y la cesación de raíces terciarias y fibrosas. Las agallas producidas por Nacobbus y por su disposición en la raíz es en forma de "rosario" y con tamaño de la agalla variable.

Zamudio et al. (1987) reportan que los síntomas ocasionados por N. aberrans son la presencia de agallas en la raíz que reducen el peso fresco de la misma y la reducción del desarrollo vegetativo traducido en altura de planta y parte aérea.

Se ha reportado que tanto los machos como las hembras maduras se les localiza dentro de la raíz, estas últimas dan lugar a la formación del sincitium o masa protoplásmica multinucleada; hipertrofia e hiperplasia de las células corticales y una serie de cambios morfológicos y fisiológicos: engrosamiento y disolución de las paredes celulares; aumento en tamaño y alargamiento de los núcleos; acumulación de almidones e incremento de la proporción adenina/ácido indolacético y la estimulación de las células del periciclo para reproducirse y dar origen a la proliferación anormal de raíces laterales de la agalla (Schuster y Sandstedt, 1967; Maggenti, 1981; Cid, 1985).

Castillo y Marbán (1982) observaron los daños para el cultivo de chile (Capsicum annuum) por N. aberrans y señalan que los nemátodos penetran intercelularmente, la mayoría en la zona de elongación. Las larvas J₂ y J₃ causan daños en la corteza provocando lisis celular, hipertrofia de las células circundantes, e inducción de citoplasma denso y granuloso con núcleos gigantes deformados, aminoplastos abundantes y necrosis de paredes celulares.

Santacruz y Marbán (1985) señalan el efecto fitopatogénico de N. aberrans en la alegría (Amaranthus hypocondriacus) donde induce necrosis cortical, hiperplasia e hipertrofia vascular, desorganización de haces vasculares acumulación de gránulos de almidón, inducción de sincitium y formación de agallas.

Jatala (1985) reporta que los suelos que favorecen el desarrollo de N. aberrans son de tipo arcilloso y además, las agallas inducidas están asociadas a Spongospora subterranea.

Carrillo et al. (1988) observaron los cambios histológicos más sobresalientes en espinaca como consecuencia del establecimiento y presencia de N. aberrans en el tejido fueron: hiperplasia, hipertrofia, citoplasma denso y engrosamiento y disolución de paredes celulares.

López et al. (1984) citan que la presencia de N. aberrans afecta al desarrollo de las células gigantes inducidas por Meloidogyne incognita cuando ambas están presentes y confirmado por Cruz et al. (1987) quienes dicen que N. aberrans es más agresivo y competitivo hasta lograr desplazar a Meloidogyne.

1.7. Medidas de control.

1.7.1. Prácticas culturales.

Trivedi y Barker (1986) reportan que las prácticas culturales más comunes en el manejo de nemátodos fitoparásitos son: rotación de cultivos, enmiendas orgánicas, barbecho y destrucción de raíces al final de la cosecha; mientras que las prácticas menos frecuentes son: el uso de plantas trampa, los cultivos antagónicos y la inundación de los terrenos.

1.7.1.1. Rotación de cultivos.

Trivedi y Barker (1986) mencionan la importancia del establecimiento de la rotación de cultivos para el control de los nemátodos : Meloidogyne spp, Heterodera spp. Ditylenchus spp, Benolaimus spp y Pratylenchus spp.

Jatala (1985) indica la dificultad de seleccionar cultivos apropiados para un buen esquema de rotación debido al amplio rango de hospederos de N. aberrans; sin embargo algunas gramíneas y leguminosas son resistentes.

1.7.1.2. Fechas de siembra.

Carrillo (1988) señala que la mejor fecha de siembra que evade el ataque severo de N. aberrans sobre la espinaca en Chapingo, estado de México es del 15 de mayo.

1.7.1.3. Enmiendas orgánicas y coberteras antagónicas.

Montes (1973) cita que la adición de paja de maíz y cebada al suelo se logra controlar N. serendipiticus en jitomate bajo condiciones de invernadero.

Caero (1976) encontró a Spergula arvensis como antagonista de N. aberrans.

Marbán y Zuckerman (1989) reporta a Canavalia ensiformis y Phaseolus mungo que bajo condiciones de invernadero reducen el índice de agallamiento de N. aberrans.

1.7.1.4. Solarización.

Marbán et al. (1985) encontraron que la existencia del efecto de la solarización en el control de N. aberrans con una reducción hasta un 25% de agallas en tomate "Ace" con respecto al testigo.

1.7.1.5. Inundación de los terrenos.

Carrillo (1988) recomienda la inundación de los terrenos con el fin de evitar el ataque severo de N. aberrans sobre la espinaca.

1.7.1.6. Uso de variedades resistentes.

A la fecha, no se ha liberado ninguna variedad comercial de los cultivos hortícolas y básicos afectados por N. aberrans debido a que no existen programas de mejoramiento genético a nivel internacional y en la medida de lo posible sólo se han evaluado algunas colecciones y/o variedades de papa, jitomate y espinaca.

Zamudio (1987) indica que el nematodo falso nodulador no ha adquirido la importancia debida en los cultivos comerciales como

lo son el jitomate y la papa, razón por la cual no existen programas de mejoramiento genético a nivel internacional salvo los primeros intentos en México y Sudamérica.

En papa, Jatala (1985) citan que se han determinado las especies Solanum tuberosum subs. andigena y S. sparsipilum como resistentes a algunas poblaciones de N. aberrans.

En jitomate, Zamudio (1987) señala que bajo condiciones de invernadero, los materiales que mostraron un alto grado de resistencia fueron las colecciones BG-LY-9, BG-LY-11, BG-LY-42 y BG-LY-44 pertenecientes a Lycopersicon esculentum, BG-LY-56, BG-LY-84 y BG-LY-85 de L. pimpinellifolium y BG-LY-90 de L. Chesmanii; bajo condiciones de campo, la colección BG-LY-79 perteneciente a L. esculentum muestra una mayor tolerancia al ataque de N. aberrans en comparación con el resto de los materiales evaluados.

En espinaca, Carrillo et al. (1988) compararon a nivel histopatológico el ataque de N. aberrans y señalan que la variedad 'Viroflay' es tolerante por no permitir un desarrollo del syncitium pronunciado como lo fueron las variedades 'Califlay' e 'Híbrido-7' que presentan mayor desarrollo de agalla y del syncitium.

En Chile, Pérez y Pérez (1988) comprueban que la resistencia genética a Phytophthora capsici puede romperse por la interacción P. capsici y N. aberrans.

Zamudio et al. (1987b), consignan a la sandía 'Charleston Gray', la lechuga 'Paris Island Cos', el melón 'Imperial No. 45'; el ajo 'Criollo Puebla', la col 'Copenaguen Market', la cebolla 'Santa Cruz Blanca' y el chile 'Criollo Mulato' como inmunes al ataque de N. aberrans.

1.7.2. Control químico.

En 1970, Caballero logró controlar a Nacobbus sp. con 1,3 dicloropropeno (DD) a dosis de 200 l/ha en las parcelas del Campo Agrícola Experimental Chapingo.

Equihua (1977) señala que los tratamientos nematicida con los productos 1410-A, 1410-B y fenamifos 10 G (Nemacur) controlan a Nacobbus sp en Chile; los productos isotiocianato metil (Vorlex) y 1,3 dicloropropeno (DD o Telone) sólo protegen a la planta durante las primeras fases de crecimiento y el mejor resultado se obtuvo con aldicarb (Temik).

Costilla et al. (1981) compararon los insecticidas oxamyl, malathion y carbofuran para el control del nemátodo N. aberrans en papa, los resultados se obtuvieron a los 90 días después de la

siembra y encontraron que el carbofuran 30 TS mostró un control sobresaliente con un 90% de plantas sanas y una sola agalla en 10 repeticiones mientras que los demás productos no fueron eficientes.

Jatala (1985) cita que se ha realizado muy poca investigación al respecto sobre N. aberrans ya que se utilizan los mismos productos recomendados para el tratamiento de Meloidogyne.

2. LA ALELOPATIA EN LA AGRICULTURA

2.1. Definición de alelopatía.

Borner (1960) señala que las sustancias que tienen un efecto inhibidor de algún proceso fisiológico de las plantas de la misma especie o de otras especies, se denominan sustancias alelopáticas y su acción alelopatía.

En 1937, Molisch fué el primero en definir el término alelopatía para referir la interacción bioquímica entre todos los tipos de plantas incluyendo microorganismos, la interacción bioquímica es recíproca detrimental o benéfica (Rice, 1979). Esta definición es la más apropiada según Putnam y Tang (1986).

Moral y Cates (1971) señalan que la alelopatía es la inhibición de la germinación, del crecimiento y del metabolismo de una planta debido a la liberación de químicos orgánicos a través

de otra planta. Por otra parte, Newman (1978) cita que cuando se da la alelopatía en plantas de una misma especie provocan autotoxicidad.

Anaya (1988) menciona que la alelopatía se refiere a las interacciones químicas planta-planta y planta-microorganismo, no sólo es perjudicial sino también es benéfica para uno o ambos participantes, por lo que puede ocurrir que la inhibición provoque un estímulo.

Todas estas definiciones concuerdan en que son sustancias químicas naturales derivadas del metabolismo secundario de las plantas que inhiben o estimulan algún proceso fisiológico de otros organismos refiriéndose con ello al concepto de alelopatía.

2.2. Historia de la alelopatía.

A continuación se hace una breve revisión acerca de la historia de la alelopatía de la época antigua, según Rice (1984).

2.2.1. Época antigua (300 A.C. - 1900 D.C.)

Teofrasto (300 A.C.) manifiesta que el garbanzo (Cicer arietinum) inhibe las malezas y en especial a Tribulus terrestris.

Plinio (1 D.C.) reporta que el "cytus" y una planta llamada malinon por los griegos mata a los árboles; el helecho braken

(Pteridium cavimnom) por sus propios jugos que excretan de los tallos provocan la muerte de sus raíces.

Culper (1633) observa a las especies Basil ocimov y la ruenouca no crecen cerca o juntos una de la otra, tal antipatía también sucede entre la uva y la col ya que morirá una donde la otra crezca.

Lee y Monshi (1963) encuentran un reporte de Bazan - Kumazaw en un documento japonés que data del Siglo XVII y que consigna que al lavarse las hojas con lluvia o rocío del pino japonés (Pinus densiflora) dañan a los cultivos que bajo él crecen.

De Candolle (1832) sugiere que las enfermedades del suelo se deben a los exudados radiculares y la rotación puede ayudar a aliviar el problema. Asimismo observó que los cardos dañan a la avena, así como las plantas de centeno al trigo.

Beogachter (1845) cita que unas plantas de baldíos (probablemente Erica spp) presentan como propiedad única la de formar un extracto duro en forma de "bloque" como resultado de sus exudados radiculares que tienen la característica de ser impenetrables al agua y a las raíces de los árboles.

Stickney y Hoy (1881) observan que la vegetación bajo el nogal (Juglans nigra) es muy dispersa a comparación con los árboles de

sombra más comunes, y los cultivos no crecen cerca de ellos.

Esta pequeña historia abarca 2000 años, donde botánicos, agricultores y jardineros sólo observaron y sugirieron casos de alelopatía pero no la comprobaron científicamente.

2.2.2. Epoca moderna (1900 - a la fecha).

A partir de 1900, se han realizado numerosos experimentos científicos para demostrar los efectos alelopáticos de las plantas (Rice, 1984). A continuación se hace una breve reseña histórica de la época moderna según Putnam y Tang (1986).

Entre los años de 1907 y 1909, Schreiner y Reed publican una serie de artículos sobre los compuestos tóxicos producidos por las plantas.

En 1937, Molisch fué el primero en acuñar el término alelopatía y el pionero en los estudios del etileno en las plantas.

De 1948 a 1965, McCalla y colaboradores publican una serie de escritos reconociendo la importancia de los aleloquímicos de los residuos vegetales y de productos microbianos.

Actualmente, se consideran a dos científicos como los responsables del desarrollo del campo de la alelopatía a Muller y Rice. En 1964, Muller y colaboradores han desarrollado procedimientos para detectar inhibidores volátiles que siguen vigentes hasta nuestros días, y en ese mismo año, Rice es el pionero sobre los aleloquímicos en la nitrificación y la bacteria fijadora de nitrógeno y, al escribir el libro clásico de alelopatía en 1974.

A la fecha, Putnam y Tang consideran a la alelopatía como una disciplina científica porque posee sus propios métodos de estudio.

2.3. Los aleloquímicos y su modo de acción.

Las sustancias alelopáticas han sido observadas en un buen número de especies de plantas pertenecientes a diferentes familias, y en algunas especies se ha logrado determinar el sitio de síntesis y de almacenamiento del principio activo (Putnam Y Tang, 1986).

Los aleloquímicos generalmente son sustancias derivadas del metabolismo de las plantas como compuestos secundarios, estos son: ácidos fenólicos, cumarinas, terpenoides, flavoides, alcalóides, glicósidos cianogénicos y glicosinolatos, los cuales han sido reportados por estar involucrados con funciones protectivas o defensivas para la planta contra el ataque o invasión de

Actualmente, se consideran a dos científicos como los responsables del desarrollo del campo de la alelopatía a Muller y Rice. En 1964, Muller y colaboradores han desarrollado procedimientos para detectar inhibidores volátiles que siguen vigentes hasta nuestros días, y en ese mismo año, Rice es el pionero sobre los aleloquímicos en la nitrificación y la bacteria fijadora de nitrógeno y, al escribir el libro clásico de alelopatía en 1974.

A la fecha, Putnam y Tang consideran a la alelopatía como una disciplina científica porque posee sus propios métodos de estudio.

2.3. Los aleloquímicos y su modo de acción.

Las sustancias alelopáticas han sido observadas en un buen número de especies de plantas pertenecientes a diferentes familias, y en algunas especies se ha logrado determinar el sitio de síntesis y de almacenamiento del principio activo (Putnam Y Tang, 1986).

Los aleloquímicos generalmente son sustancias derivadas del metabolismo de las plantas como compuestos secundarios, estos son: ácidos fenólicos, cumarinas, terpenoides, flavoides, alcalóides, glicósidos cianogénicos y glicosinolatos, los cuales han sido reportados por estar involucrados con funciones protectivas o defensivas para la planta contra el ataque o invasión de

microorganismos y enfermedades (Putnam, 1978; Bell, 1981), y recientemente se agrega como sustancia aleloquímica a las fitoalexinas (Putnam y Tang 1986).

Putnam y Duke (1978) y Rice (1984) clasifican los agentes alelopáticos como compuestos químicos identificados como sigue:

1. Ácidos orgánicos simples solubles en agua, alcoholes de cadena corta, aldehídos alifáticos y cetonas. (Ácido acético, ácido butírico, ácido málico, ácido cítrico, ácido fumárico, ácido tartárico, acetaldehído, acetona, metanol, etanol y etileno).
2. Lactonas simples insaturadas (Ranunculina, patulina, junglona, novarubina).
3. Ácidos grasos de cadena larga y poliacetilenos (laúrico, mirístico, palmítico, esteárico, araquidónico, oleico, linoleico y linolénico).
4. Naftoquinonas, atraquinonas y quinonas complejas. (ácidos parasórbico, penicílico, hemiltospórico y escamarina).
5. Fenoles simples, ácido benzoico y derivados. (Siringaldehído, ácido siringico, vanílico, arbustino; L-fenilamina, L-tirosina, ácido sinápico).
6. Ácido cianímico y derivados (ácido cinámico, ácido p-cumárico, ácido felúrico, ácido cafeícol.)
7. Cumarinas: Cumarina, esculetina, escopoletina, umbeliferona, novobiocina y psoralena.

8. Flavonoides: común de esqueleto, quercetina, dorado de cianidina, floretina y catequina.
9. Taninos hidrolizados y condensados.
10. Terpenoides y esteroides (α -felandreno, cinorelo, pulegono, limoneno, α -pineno, β -pipeno, canfor, canfono, γ -bisaboleno, carifileno, helmintosporal, ofiobolino, ácido alternarico, ziniolo, ascoquitina, digitoxigenina, estrofantidina).
11. Aminoácidos y polipéptidos.
12. Alcaloides y cianohidrinas: cocaína, fisostigmina, quina, emetina, estriquina, atropina, efedrina, propaverina, codeína, ácido fusárico y ácido α -picolínico; durina, p-hidroxibenzaldehído, amigdalina, benzaldehído prunasina y berberina.
13. Sulfidos y glicósidos.
14. Purinas y nucleósidos.
15. Otros que no están claramente definidos en las categorías anteriores.

Las sustancias alelopáticas que con mayor frecuencia se han logrado aislar son: Terpenos, fenoles, ácidos orgánicos y alcaloides (Rice, 1984).

Los compuestos alelopáticos se producen en diversos órganos de la planta, pero las altas concentraciones de los mismos se localizan en el follaje y los frutos, estos compuestos se liberan por volatilización, lixiviación o exudados del follaje, frutos,

corteza y raíces, asimismo, se menciona que los microorganismos pueden inducir la producción de aleloquímicos durante su ataque (Putnam, 1978; Bell, 1981; Putnam y Tang, 1986).

Fischer (1980) señala que los compuestos volátiles son absorbidos por la planta directamente del aire, pero la mayoría pasan al suelo antes de ser absorbidos. En el suelo, los aleloquímicos son desactivados por absorción o por la materia orgánica o bien descompuestos por los microorganismos y en mínima parte son absorbidos por la planta, de ahí que el suelo juegue un papel importante en las interacciones alelopáticas.

Fischer (1980) menciona que los modos de acción de los aleloquímicos son los siguientes:

- 1.- Retraso del crecimiento.
- 2.- Inhibición de la germinación por la interferencia en la división celular.
- 3.- Interferencia en la respiración.
- 4.- Inhibe la transferencia de energía.
- 5.- Interfieren la absorción y translocación de nutrientes.

Los procesos más afectados son la respiración y transferencia de energía; asimismo como el crecimiento cuando se suscitan interacciones alelopáticas.

Rice (1979) cita los efectos de las sustancias alelopáticas en diversos procesos fisiológicos de las plantas, que resumidamente se presentan a continuación:

- a) Elongamiento y ultraestructura celular: umbeliferona, curmarina y terpenos volátiles reducen o elongan células y la cantidad de mitocondrias y dictiosomas, retardan la síntesis de celulosa y provocan la acumulación de glóbulos de lípidos en el citoplasma.
- b) Hormonas de crecimiento: la toxina T-2 de Fusarium tricinctum, citoquinina, taninos, cumarinas, ácido cinámico y varios compuestos fenólicos inhiben la síntesis de auxinas de elongamiento celular y probablemente inducen el ácido giberélico.
- c) Permeabilidad de membranas: Victorina, aescina (triterpenoglicósido) aumentan la permeabilidad de la membrana plasmática y tonoplasto, inducen la quiebra de ribonucleótidos.
- d) Absorción de minerales por las raíces: ácidos fenólicos (junqlona), fenílico, salicílico inhiben la absorción de fósforo y potasio y la actividad de ATPasa.
- e) Disponibilidad de fósforo y la absorción de potasio: sólo el agrostemin favorece la disponibilidad de estos elementos.
- f) Abertura de estomas y fotosíntesis: polifenoles, extractos de Celtis laevigata y flavonol inhiben la absorción de CO₂

y el transporte de electrones en la fotosíntesis.

- g) Respiración: Fenólicos, sesquiterpenos de lactonas arbusculina-A, Acilina, viscidulina-c y viscidulina-B, flavonoides, glicósidos y guecetina reducen la actividad de la ATPasa.
- h) Inhibidores de la síntesis de proteínas y cadenas metabólicas de lípidos y ácidos orgánicos: los ácidos cinámico y ferúlico inhiben las concentraciones de C^{14} -proteínas.
- i) Inhibición y estimulación de enzimas específicas: rizobitoxina, etileno, cicloheximida o actinomicina y umbeliferona inhiben a A-cystationasa, la actividad del etileno y peroxidasa.
- j) Suberización y obstrucción de los elementos del xilema y la conducción del agua: grupos tiol, toxinas de glicopéptidos solubles.

2.4. La alelopatía en el manejo de agrosistemas.

Putnam y Duke (1978) sugieren algunos métodos de explotación del fenómeno de alelopatía para incrementar la productividad de los cultivos así como la minimización de las pérdidas que puedan ocurrir por los efectos alelopáticos.

A continuación se ejemplifican los efectos alelopáticos entre arvense-arvense y arvense-cultivo y viceversa, con la finalidad de

mostrar el efecto inhibitorio de la germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas tanto a nivel de invernadero como de campo con el objeto de que sean considerados estos trabajos en el manejo de los agrosistemas.

2.4.1. Efecto alelopático arvense-arvense.

Putnam y Duke (1978) y Rice (1979) señalan que la composición poblacional arvense en un agroecosistema o en una comunidad ecológica dada puede estar afectada por el efecto alelopático tanto en espacio como en el tiempo. A continuación se señalan algunos ejemplos:

Anaya y Gómez (1971) concluyen que los extractos acuosos de raíces, hojas y frutos de pirú (Schinus molle) inhiben la germinación y desarrollo de la calabaza y del trigo.

Selleck (1972) señala que Antennaria mycrophylla ejerce un efecto alelopático sobre Euphorbia esula, al inhibir la germinación y el desarrollo de plántulas tanto en el invernadero como en el campo.

Sarma (1974) cita que extractos de partes tiernas de Echinops echinatus y Solanum surratense tienen fuerte poder inhibitorio sobre la germinación de Argemone mexicana.

Schütt et al. (1975) encontraron que los extractos acuosos de las malezas Agropyron repens, Sonchus arvensis, Senecio vulgaris, Lamium amplexicaule y Capsella bursa-pastoris inhiben el desarrollo de las raíces de las plántulas de Picea abies.

Lodhi (1976) cita que las especies forestales de Platanus occidentalis, Celtis occidentalis, Quercus borealis y Q. alba presentan en las hojas algunos inhibidores del crecimiento como son los compuestos fenólicos que reducen significativamente la germinación, desarrollo de radícula y el crecimiento de plántulas de herbáceas.

Jackson y Willemsen (1976) señalan que Ambrosia artemissifolia es dominante durante el primer año de sucesión pero raramente persiste más de dos años, probablemente, es debido a la respuesta alelopática con Raphanus raphanistrum.

Altieri et al. (1977) encontraron que al estudiar la incorporación al suelo de hojas de tagetes patula a varios intervalos después de la siembra de algunos cultivos y malezas, la germinación del maíz y Bidens pilosa no fue afectada cuando se hizo al momento de la siembra, pero 10 días después se inhibe la germinación de Ipomea, Amacanthus, Desmodium y Rottboellia spp y en un 70% la germinación de Euphorbia spp. El efecto alelopático disminuye a medida que las hojas permanecen en el suelo.

Anaya y Amo (1978) mencionan que Ambrosia cumanensis H.B.K. presenta un potencial alelopático para las zonas tropicales de México; la mayor significancia de acción inhibitoria se ejerce con las aplicaciones de soluciones acuosas al suelo cuando fueron colectadas en julio.

Hensley y Counselman (1979) estudiaron las interacciones alelopáticas entre biotipos resistentes (R) y susceptibles (S) a triazinas de Amaranthus retroflexus y encontraron que los biotipos S sobreviven mas de un mes en cultivo hidropónico que los biotipos R, sin embargo éstos requieren mas tiempo para sobrevivir en el suelo y su crecimiento es más lento.

Lines y Fournier (1979) señalan que los extractos acuosos de ciprés (Cupressus lusitanica Mill.) muestran un efecto inhibitor sobre la germinación de Lepidium costaricensis, Bidens pilosa y Rumex crispus durante la época húmeda y sugieren que el ciprés no debe utilizarse con fines de reforestación en terrenos con pendiente y lluvia excesiva ya que puede favorecer la erosión del suelo.

Steenhagen y Zimdahl (1979) concluyen que la frecuencia y la densidad de Agropyron repens y Ambrosia artemisiifolia se reducen a consecuencia del efecto alelopático de Euphorbia esula.

Altieri y Doll (1978) sugieren que Bidens pilosa y el maíz son resistentes o tolerantes a los compuestos alelopáticos de Tagetes patula.

Friedman (1983) encontró que en los ecosistemas del desierto existen especies con efectos alelopáticos en pastos y herbáceas causados por Encelia farinosa, Parthenium argentatum, salvia spp, Artemisa californica y A. herba alba.

Rai y Tripathi (1984) estudian los efectos alelopáticos de Eupatorium riparium sobre la regulación poblacional de Galinsoga spp y los microorganismos del suelo y concluyen que los extractos acuosos de E. riparium suprimen la germinación de G. ciliata y G. parviflora; los microorganismos del suelo, en particular Trichoderma viride incrementa su tasa poblacional, sin embargo, Aspergillus flavus se inhibe.

2.4.2. Efecto alelopático de arvenses sobre los cultivos y viceversa.

Altieri y Doll (1978) señalan que los efectos de las arvenses sobre los cultivos no sólo son debidos a la competencia, sino además a la alelopatía, por lo que también se incrementa la dominancia de ciertas arvenses en los agroecosistemas influyendo en la composición vegetal, tanto en el espacio como en el tiempo.

A continuación se presentan una serie de estudios realizados para mostrar el efecto alelopático de ciertas arvenses sobre especies cultivadas, realizadas a nivel de invernadero y en el campo.

Einhellig y Rasmussen (1973) mencionan que al estudiar el efecto alelopático de Rumex crispus sobre Amaranthus retroflexus, y en cultivos de sorgo para grano y arroz, encontraron que los extractos acuosos de hojas frescas de R. crispus anulan el desarrollo de las plántulas de las tres especies probadas, y en el campo inhiben el desarrollo de las plantas cuando éstas están próximas.

Chou y Chung (1974) citan que los extractos acuosos de hojas del pasto Miscanthus floridulus inhiben el desarrollo de la lechuga.

Sagar y Ferdinández (1976) reportan que al estudiar los efectos de interferencia en la zona radicular de Agropyron repens y trigo, encontraron que en medio nutritivo A. repens desarrolla más que el trigo pero al aplicar fertilizante foliar no hubo efecto en ambas.

Fay y Duke (1977) experimentaron con exudados de Avena sp. que contiene un compuesto alelopático conocido como escopoletina, cuando se aplicó extractos sobre la línea PI 266281 por tres oca-

siones, se inhibe el crecimiento de Brassica kaber var. pinnatifida; en un período de 16 días las plantas muestran clorosis severa.

Massantini et al. (1977a) mencionan que al buscar una evidencia alelopática de algunas líneas de soya sobre Helminthia echioides y Alopecurus myosuroides, encontraron que dos líneas de 141, reducen significativamente el crecimiento de A. myosuroides (91%) y en H. echioides (67%).

DeFrank y Putnam (1978) citan que con la finalidad de estudiar la respuesta alelopática de residuos de cosecha sobre la interacción maleza-cultivo en sistemas de labranza cero; en siembras de primavera se utilizó cubiertas de pasto, y en invierno, trigo de invierno, avena y cebada de primavera, y el cultivo de chícharo; concluyendo que ciertas cubiertas de cultivo reducen las poblaciones de malezas y promueven un excelente crecimiento del cultivo.

Drost y Doll (1978) señalan que el peso fresco y seco del follaje y de raíz del maíz y de la soya se reducen mediante la presencia de residuos de follaje y de tubérculos de Cyperus esculentus en condiciones de invernadero pero los efectos inhibidores se incrementan con el aumento de la calidad del suelo.

Fabian et al. (1978) estudian el fenómeno de alelopatía entre Linum usitatissimum L. con pastos perennes como Lolium perenne y Phleum pratense, y encuentran que el efecto alelopático fue más pronunciado cuando las plantas eran pequeñas influyendo en la síntesis de carbohidratos.

Bonasera et al. (1979) comparan el potencial alelopático de Ambrosia trifida, Bidens laevis, Petandra virginica y Typha latifolia. Los extractos de hojas de A. trifida y los extractos de peciolo y hoja de P. virginica disminuyen la germinación y crecimiento radicular de la lechuga, rábano, jitomate y calabaza. Los extractos de tallos de A. trifida no inhiben el crecimiento ni la germinación. Los extractos de hojas de B. Laevis son generalmente inhibidores pero los extractos de tallo sólo inhiben la germinación y desarrollo de la lechuga.

Leather y Forrence (1979) mencionan que estudios a nivel de campo de la rotación girasol-avena-girasol algunas variedades mostraron reducción en la cobertura de malezas cuando inicia el primer ciclo de cultivo de girasol; en el segundo año y a inicios del cultivo de avena, la cubierta de malezas se incrementa, bajo éstos considerandos el girasol, muestra efectos alelopáticos.

Kanchan y Jayachandra (1979a) citan que el exudado de inhibidores a través de raíces de Parthenium hyterophorus L. causan retraso de crecimiento y de nodulación del frijol

(Phaseolus vulgaris var. Burpees's Stringless); la inhibición disminuye a medida que se incrementa la distancia con la maleza. Posteriormente, se confirmó este efecto en plántulas de trigo (Triticum aestivum var UP301). La exudación máxima ocurre en los estados fenológicos de roseta y floración, y los inhibidores permanecen activos por un período de 30 días.

Kanchan y Jayachandra (1979b) señalan que las hojas secas de Parthenium hysterophorus mezcladas con el suelo inhiben la germinación de leguminosas y la ramificación del jitomate, y el peso de planta y vástagos de Eleusine coracana cv. Poorma; reduce el rendimiento de frijol (Phaseolus vulgaris cv. Burpee's Stringless) y chícharo de vaca, jitomate y E. Coracana.

Bhowmik y Doll (1980) mencionan que los residuos de Chenopodium album, Amaranthus retroflexus, Echinochloa crus-galli y Setaria faberi reducen el desarrollo del maíz en un 15 a 30% en un período de 42 días posteriores a la siembra.

Drost y Doll (1980) concluyen que residuos y extractos de plantas de Cyperus esculentus tienen un efecto alelopático sobre maíz y soya bajo condiciones de invernadero.

Alejos y Gliessman (1981) realizaron un bioensayo para determinar el efecto alelopático de Bidens pilosa sobre la germinación del maíz utilizando partes de la maleza (hojas,

flores, tallos y raíces) bajo dos métodos de adición (incorporando y aplicado), así como la adición de extractos de la arvense en forma de riego a diferentes concentraciones (1:5, 1:10 y 1:20) y encontraron diferencias significativas en el rendimiento, retraso en la germinación y reducción de radícula y tallo con la presencia de extractos a diversas concentraciones.

Hale (1982) concluye que los rizomas de Artemisa vulgaris reducen en un 25% la germinación y en un 43% la longitud de tallos de la alfalfa.

Irons y Burside (1982) concluyen que los exudados radiculares del girasol inhiben la germinación y reducen el peso fresco y seco del sorgo, soya y girasol.

Wiley et al. (1982) estudian la interacción de Kochia scoparia y Rhizopus sp en la germinación de la remolacha. Los extractos de semillas de K. Scoparia incrementan el desarrollo de Rhizopus sp en un 15%, pero los extractos de Rhizopus sp inhiben la germinación de la remolacha en un 30%. La germinación de la remolacha se reduce en 15-30% con 0.5 semillas de K. scoparia por cm² y de 4-9 semillas por cm² entre 85 y 100%.

Leather (1983) demuestra que la incorporación o remoción de la paja de girasol no altera la densidad o cobertura de las malezas y no tiene efecto sobre el rendimiento de cultivos iniciados.

Bhatia et al. (1984) señalan la influencia alelopática de malezas tropicales sobre el crecimiento y desarrollo del trigo y de Vigna radiata. Chenopodium album presenta efectos estimulantes sobre el crecimiento y desarrollo del trigo y de V. radiata, y actividad del Rhizobium. Celosia argentea, Rumex dentatus y Phalaris minor promueven el desarrollo del trigo e incrementa su rendimiento. En V. radiata se reduce la actividad de la nitrogenasa por el efecto alelopático de R. denatatus, Avena ludoviciana y Cirsum arvense, en estas dos últimas especies incrementan su desarrollo.

Rojas (1984) encontró que el coquito C. esculentum interfiere el crecimiento del girasol y del tomate.

Meissner et al. (1986) señalan que al emplear extractos acuosos de Tagetes detienen la germinación de las malezas, así como el de la zanahoria y el maíz, mientras que en la calabacita existe un estímulo en su crecimiento. Por otra parte, Bidens afecta significativamente el crecimiento de la zanahoria, calabacita, lechuga, maíz, cebolla, rábano, girasol y tomate.

Bernal (1989) concluye que los extractos de eucalipto y pino a concentraciones del 14% afectan el crecimiento del haba pero concentraciones de 3.5% de extracto de pino estimula el crecimiento. Las concentraciones de 14% de extracto de pino inhibe el crecimiento en girasol. En frijol, la densidad, dominancia y

frecuencia de Anagallis arvensa se ve afectada negativamente y la población de Eragrostis mexicana se estimula con los extractos de eucalipto a concentraciones del 4%; por otra parte, todas las concentraciones de los extractos de pino y eucalipto reducen la presencia de Saloia tiliaefolia en este cultivo, así mismo, la especie Resenda luteola con extracto de eucalipto al 1%.

2.5. La alelopatía en la protección de cultivos.

Putnam y Duke (1978) y Putnam y Tang (1986) consideran que los químicos alelopáticos deben de servir para proteger los cultivos contra enfermedades, insectos y nemátodos.

Massantini et al. (1977b) y Charudatton y Hol (1982) señalan que los compuestos alelopáticos pueden jugar un papel importante para el control de arvenses.

2.5.1. Alelopatía en el control de arvenses.

Massantini et al. (1977b) señalan que la importancia de la alelopatía como una ayuda de control de malezas en ciertos cultivos con el objeto de reducir la cantidad de herbicidas utilizados.

Altieri y Doll (1978) muestran que la alelopatía tiene un alto potencial en sistemas integrales de manejo de arvenses y la

necesidad de promover investigaciones en esta área. La utilización de la alelopatía para la supresión de arvenses es más apropiada desde el punto de vista ecológico, económico y de requerimientos energéticos para el manejo de agrosistemas.

Estos mismos autores sugieren ciertas prácticas para el uso de la alelopatía en el campo, que son:

- 1) La aplicación de residuos frescos,
- 2) Rociar extractos de los órganos de la planta que contienen altas concentraciones de aleloquímicos,
- 3) Sembrar franjas de especies de las cuales liberan activamente sustancias tóxicas para las arvenses y no para el cultivo,
- 4) La integración de las estrategias alelopáticas con otras medidas de control de arvenses,
- 5) La evaluación de los efectos de hormonas estimuladoras sobre la producción de inhibidores en los cultivos o arvenses específicas,
- 6) La incorporación genética de las propiedades alelopáticas dentro de los cultivos comerciales (Putnam y Duke, 1978).

Charudatton y Hol (1982) dicen que los compuestos alelopáticos podrían jugar un papel muy importante en el desarrollo de nuevos métodos de control de arvenses, y la potencialidad para la protección de plantas cultivadas con alelopáticos tóxicos parece ser muy amplia.

Es así, que el efecto alelopático que presentan algunas plantas puede ser una nueva forma de control biológico de arvenses, así como la producción de herbicidas naturales con productos químicos que provocan este fenómeno (Putnam y Tang, 1986).

Rice (1979) cita que la rhizobitoxina producida por Rhizobium japonicum puede utilizarse a bajas concentraciones 3 onzas/acre (0.210 kg/ha), como producto herbicida.

Putnam y Tang (1986) reportan la acción herbicida del bialafos y glufosianato como sustancias aleloquímicas naturales obtenidas a partir de Streptomices sp, que en la actualidad se usan a nivel comercial.

2.5.2. La alelopatía en la fitopatología (Hongos y bacterias).

En general, el término alelopatía es de uso poco frecuente en la fitopatología ya que los términos más comunes son fungistatis y antibiosis (Putnam y Duke, 1978). Muchas de las sustancias aleloquímicas confieren la resistencia bioquímica de las plantas a hongos y bacterias y participan en los mecanismos bioquímicos de defensa. Los mecanismos bioquímicos de defensa pueden ser pasivos o activos.

2.5.2.1. Mecanismos bioquímicos de defensa pasiva o pre-existente.

Los mecanismos bioquímicos de defensa pasiva o pre-existentes son:

- a) Los exudados,
 - b) Inhibidores (fenoles, saponinas, terpenos y glicósidos),
 - c) La constitución química de la cutícula y pared celular,
 - d) Toxinas y
 - e) Enzimas líticas (Bell, 1981; Agrios, 1985; Crute et al. 1985).
- a) Sustancias exudadas por la planta en su ambiente.

Las plantas exudan una variedad de sustancias a través de la raíz o del follaje; algunos compuestos inhiben algunos patógenos. Es probable que los exudados fungitóxicos fueron las primeras sustancias bioquímicas conocidas en las plantas.

En 1957, Baxton presenta evidencias de que componentes no caracterizados de los exudados radicales de variedades de chícharos difieren en su resistencia específica a Fusarium oxysporum f. sp. pisi que estimulan diferencialmente la germinación de las diversas razas del hongo, estos efectos no pudieron ser reproducidos (Crute et al. 1985); en otro reporte realizado en 1964, Schroth y Cook señalan que al correlacionar la cantidad de exudado de las semillas de chícharo, los cultivares

mas resistentes, la testa raramente se rompe antes de la salida de la radícula (Crute et al. 1985).

Brauer (1973) y Agrios (1985) citan que los exudados fungitóxicos de algunas hojas de ciertas plantas se encuentran en concentraciones suficientes que inhiben la germinación de las esporas presentes en la gutación de las hojas, por ejemplo, las esporas del carbón de la cebolla que están en el suelo húmedo y en contacto con la cebolla roja o cerca de ella son inhibidas por el disulfuro de alilpropilo, y logran que las esporas revienten y no causen la infección, es decir, que pierden su virulencia, situación que no se da en las cebollas de escamas blancas.

Bell (1981) señala que las raíces de las plantas producen antibióticos a través de la epidermis y peridermis y son exudados en el suelo, por ejemplo, en plántulas de algodón exudan aldehídos terpenoides para protegerse de los patógenos.

En 1982, Blakeman y Fokkema establecen que los organismos cerca o en la superficie de la planta influyen en la infección de los parásitos potenciales; se ha observado en cultivares de plátano resistentes a F. oxysporum f. sp. cubense tienen una microflora en la rizósfera cuantitativa y cualitativamente diferente de los cultivares susceptibles; aún no se ha verificado esta observación (Mendoza, 1989).

b) Sustancias inhibidoras en las células vegetales previo a la infección.

En 1973, Ingham reconoce y clasifica los antibióticos o metabolitos con actividad y que están presentes antes de la infección conocidos como pre-inhibidores y los formados posteriormente de la infección de un sustrato preexistente como consecuencia de la hidrólisis u oxidación se conocen como post-inhibidores (Crute et al. 1985). Pre-inhibidores son: b.1) el ácido clorogénico, b.2) saponinas y b.3) terpenos.

b.1) El ácido clorogénico.

Esta sustancia o su producto de auto-oxidación se han relacionado en la resistencia, en papa resistencia a Streptomyces scabies (roña) se encontró en la peridemis una alta concentración de ácido clorogénico, asimismo, en los tejidos vasculares de papa y de tabaco contra los hongos Verticillium alboatrum y V. dahliae, respectivamente.

b.2) Saponinas.

La tomatina parece controlar la resistencia relacionada con la edad y con el tejido. La α -tomatina es un alcaloide producido por el tomate (Janckiewcs, 1989). En 1969, Mohanakumaran y colaboradores citan que en papa, las líneas mejoradas resistentes a Pseudomonas solanacearum presentan los más altos niveles de

tomatina que las susceptibles (Crute et al. 1985).

b.3) Terpenos.

En 1973, Lampard y Carter encontraron que la actividad del cloroformo soluble, compuesto antifungoso que es coextraído de la cera cuticular de las cerezas de café, presenta alta correlación en la resistencia a Colletotrichum coffeanum (Crute et al. 1985).

Las sustancias post-inhibidores son:

b.4) lactonas insaturadas,

b.5) glicósidos cianogénicos,

b.6) glicósidos fenólicos y

b.7) compuestos que contienen azufre.

b.4) Lactonas insaturadas.

Las lactonas insaturadas se presentan como glicósidos (glucósidos) inactivos. Estos compuestos son liberados cerca del tejido dañado por la acción de la β -glicosidasa. Por ejemplo, los tulipanes presentan tulipósidos A y B que confieren resistencia contra Botrytis cinerea y F. oxysporum f. sp tulipae (Crute et al. 1985).

b.5) Glicósidos cianogénicos.

Los glicósidos cianogénicos liberan en las plantas, ácido cianhídrico próximo al tejido dañado por la acción de las hidrolasas. Los aceites de mostaza contienen ésteres del ácido isitiociánico que se presentan como glucósidos en las crucíferas y tienen propiedades antimicrobianas. El alilisocianato en concentraciones altas en col y aceite de mostaza confieren resistencia a Peronospera parasítica (Crute et al. 1985).

b.6) Glicósidos fenólicos.

Las plantas liberan fenoles después de la acción de la enzima β -glucosidasa. En manzano, la floridzina es convertida a aglicona floretina y de ahí a O-quinona fungitóxica, inestable por la acción de la polifenoloxidasa, asimismo, en el peral la oxidación de la arbutina se transforma en hidroquinona antibacteriana que puede ser la responsable de la resistencia a Erwinia amylovora (Crute et al. 1985).

Bell (1981) señala que los antibióticos se sintetizan y se almacenan en vacuolas y glándulas lisígenas, ductos, médula y peridermis; los precursores menos tóxicos a los antibióticos se almacenan en la vacuolas.

c) Constitución química de la cutícula y pared celular.

Ambas estructuras celulares confieren características muy particulares que es el de protección de la célula.

La cutícula se compone de cutina y ceras mientras que la pared celular posee una doble capa de fosfolípidos (Bidwell, 1983).

La cutícula es una superficie hidrofóbica, característica similar al de la pared celular, es decir, evitan la acumulación del agua necesaria para el establecimiento de microorganismos, asimismo, actúa como barrera química y física a la germinación y penetración de microorganismos en la hoja. Los ácidos de la cutina parece ser que inhiben la germinación de patógenos (Bell, 1981).

En 1970, Mussell y Green mencionan que los tejidos de variedades resistentes de tomate y algodón pueden regular la producción de poligalacturonasa producida por V. alboatrum y F. oxysporum f. sp. lycopersici (Crute et al. 1985).

Mendoza (1989) concluye que no hay evidencias de peso para indicar que la resistencia de los cultivares pueda ser resuelta a través de diferencias químicas de la pared celular del hospedante. En contraparte, Bailey (1989) menciona que a partir del conocimiento bioquímico de la pared celular del hongo se puede llevar a cabo, en el mapa genético del hongo, una clonación de

genes por medio de las enzimas quitinasa y glucanasa. A partir de 1978 a 1986 se realizó la transformación en hongos no patogénicos, y de 1985 a la fecha sólo se han transformado cuatro hongos fitopatógenos a nivel mundial que son: Cochiobulus heterostropus, Mamaporte grisea, Fluvia fulvum y Ustilago maidis; para tal fin se utilizan plasmidios y marcadores (antibióticos); asimismo, aconseja que debe de estudiarse con detalle los factores que influyen en la obtención de protoplastos a partir de micelio joven, la eficiencia de las variables para la obtención de transformadores y la posible recombinación.

En México, Bailey (1989) señala que se están realizando estudios en Phytophthora capsici y P. parasitica con el fin de reducir su patogenicidad.

Por lo que en el futuro, este conocimiento tendrá mayor auge en la mejora de las plantas resistentes contra estos microorganismos a nivel de genética molecular (biotecnología).

d) Toxinas.

d.1) Insensibilidad a toxinas del patógeno.

Generalmente, las fitotoxinas son productos difusibles no enzimáticos de bacterias, hongos o de la interacción parásito-hospedante que causan daño a la planta a bajas concentraciones. Las fitotoxinas involucradas en la enfermedad

vegetal se les conoce como patotoxinas, a su vez se clasifican en selectivas y no selectivas, las primeras son tóxicas en plantas susceptibles y las segundas a todas las plantas, incluye las resistentes. Los datos genéticos confirman que la susceptibilidad de la planta al hongo es debida a la sensibilidad a su toxina (Yoder, 1980). Asimismo, otros datos genéticos indican que la susceptibilidad y virulencia están bajo el control de alelos dominantes en el hospedante y parásito, relación gen-gen (Ellingboe, 1981).

En 1974, Patil basado en estudios de Ps. phaseolicola en frijol sugiere que las toxinas evitan la expresión de los mecanismos activos de defensa del hospedante.

d.2) Inactivación de toxinas.

Los pocos reportes que existen son circunstanciales y por ende existe una explicación insatisfactoria (Patil, 1974). La inactivación de toxinas es un fenómeno común en plantas, pero de forma diferencial, que puede ser en función de la resistencia en plantas. Se conocen diversos mecanismos de destoxificación de toxinas como el ácido fusárico, la piricularina, etc. que son degradados a metabolitos no tóxicos a la planta (Agrios, 1985). Aún se desconoce la acción de las toxinas si depende de los sitios receptores o de la destoxificación (Agrios, 1985).

e) Enzimas líticas.

La resistencia también depende de la habilidad del hospedante en destruir las hifas. Las paredes celulares de los hongos están constituidas básicamente de quitina y β -1,3 glucano.

Las glucanohidrolasas, en particular la quitinasa y β -1,3 glucanasa, provocan lisis hifal y son producidas por el hospedante.

Crute et al. (1985) citan que en tomates resistentes monogenéticamente producen quitinasa y β -1,3 glucanasa que provocan la lisis hifal de V. albo-atrum; en melón, se indica la respuesta a F. oxysporum debido a que el etileno reestimula la síntesis de las enzimas citadas. El etileno puede jugar un papel importante en la resistencia post-infeccional a enfermedades.

2.5.2.2. Mecanismos de defensa activa (inducida o post-penetratoria).

Los mecanismos bioquímicos de resistencia activa son el resultado de la respuesta de la planta que ante la presencia del patógeno son capaces de interferir en la invasión de las células o tejidos por el patógeno y pueden ser no específicos o altamente especializados y se detectan a nivel celular o histológico, con cambios morfológicos y/o fisiológicos (Bauer, 1987).

Crute et al. (1985) citan que estos procesos requieren energía, en la primera etapa llamada fase determinativa sucede un reconocimiento que conduce a la expresión del mecanismo de resistencia, en la segunda etapa o fase de expresión de la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas.

Los mecanismos bioquímicos de defensa activa son: a) adición de carbohidratos y/o formación de papila, b) lignificación y ácidos fenólicos complejos, c) compuestos fenólicos (suberina, melanina y taninos), d) proteínas, e) fitoalexinas.

a) Adición de carbohidratos y/o formación de papila.

Bell (1981) menciona que cuando los hongos empiezan a penetrar la pared celular, los hospedantes resistentes responden sintetizando nuevos carbohidratos, en particular calosa y celulosa, los cuales son añadidos al interior de la pared celular justo afuera del plasmalema hasta llegar a formar una especie de cúpula o una elongación denominada papila. En hospedantes susceptibles, la papila y las paredes de grosor secundario están con frecuencia poco desarrolladas o ausentes.

La papila generalmente se compone de fenoles, suberina, gomas, proteínas y silicones, según Aist citado por Mendoza (1979); y Crute et al. (1985) señalan que además, también existen grandes proporciones de calosa y lignina.

b) Lignificación y ácidos fenólicos complejos.

La lignina se deposita en red o malla en las paredes celulares (Bidwell, 1983). Tanto la lignina como el ácido cinámico contribuyen en la resistencia de enfermedades (Bell, 1981). Crute et al. (1985) señalan que la lignificación y la producción de ácidos fenólicos complejos y papila ayudan a la planta a protegerse de: b.1) la digestión por enzimas fungosas, b.2) la penetración mecánica, b.3) la inactivación la membrana fungosa, enzimas, toxinas, etc.; por lo que, b.4) se reduce la punta hifal y b.5) se restringe el flujo de agua y nutrientes hacia el hongo. Bell (1981) encontró que las variedades resistentes de lino a Melampsora lini se correlacionan con la acumulación de grandes cantidades de lignina, alcohol coniferilo y coniferil aldeído.

c) Producción y acumulación de compuestos fenólicos.

Los compuestos fenólicos con actividad microbiana frecuentemente están asociados a una infección o daño (Crute et al. 1985).

Los compuestos fenólicos mas frecuentes son la suberina, melanina y taninos. La suberina actúa como barrera impermeable en tubérculos y raíces, mientras que la melanina son pigmentos a lo largo de la pared celular y protoplastos, y los taninos inactivan enzimas extracelulares (Bidwell, 1983).

La melanina son pigmentos café o negros formados a partir de varios compuestos ortodihidroxifenólicos (Bidwell, 1983), normalmente se asocian a la necrosis con la resistencia específica a razas.

d) Producción y acumulación de proteínas.

d.1. Proteínas inhibidoras de enzimas y virus.

En semillas, legumbres y tubérculos de papa se localizan proteínas inhibidoras de la tripsina y quimiotripsina.

El inhibidor de la proteinasa se incrementa rápidamente y permanece alto en tomates infectados con P. infestans. Estos inhibidores son comunes para infecciones virosas y evitan la transferencia de virus a partir de una planta quenopodiácea y/o amarantácea a solanáceas o leguminosas. Se sugiere que estos inhibidores estimulan respuestas de defensa (Bell, 1981).

d.2. Acumulación de glicoproteínas ricas en hidroxiprolina (GPRHP).

Crute et al. (1985) mencionan que el papel de las GPRHP en la resistencia a enfermedades no hay claridad aún; se ha correlacionado en forma negativa al ataque de Colletotrichum legumarum en melón con la cantidad de GPRHP en la pared celular,

es decir, la presencia de GPRHP evita el ataque de dicho hongo.

d.3. Proteínas estructurales o proteínas "b".

Las proteínas estructurales pueden ser inducidas en las plantas por infecciones primarias de bacterias y hongos; son formadas en tabaco cerca de la infección causada por Thielaviopsis basicola (Crute et al. 1985).

Las proteínas "b" intervienen en la formación de geles y tilosas, actúan como cementantes del material adicionado a la pared celular (Bell, 1981).

Otras proteínas estructurales que están siendo investigadas a través de la genética molecular son las actinas y las tubulinas (Watson et al. 1986).

e) Fitoalexinas.

Las fitoalexinas son compuestos antimicrobianos de bajo peso molecular (Paxton, 1980). Estas sustancias se localizan en las especies de las familias leguminosae, malvaceae y solanaceae (Bell, 1981). Asimismo, se les asocia en la síntesis de lignina y taninos, y en la adición de carbohidratos en la pared celular.

La máxima concentración de fitoalexinas coincide con la necrosis visible, ya que son producidas después de la infección

(Bell, 1981). La síntesis de fitoalexinas se lleva a cabo en la vacuola celular, a partir del sorbitol, producto del metabolismo secundario (Bidwell, 1983).

Las fitoalexinas se agrupan en isoflavonóides, flavonóides, dihidrofenantrenos, cumarinas, isocumarinas, polienos, furanoacetilenos, poliacetilenos y terpenóides (Bell, 1981).

Las fitoalexinas mas estudiadas son gliceolina en soya, faseolina en frijol, pistina en chícharo, risitina en papa, etc. (NAS, 1980; Bell, 1981; Crute et al. 1985; Janckiewics, 1989).

Las fitoalexinas son tóxicas tanto a la célula vegetal como a los microorganismos. En la célula vegetal disuelve el plasmalema, membrana vacuolar e inhibe la respiración, mientras que en los microorganismos actúa mas sobre los hongos que en las bacterias y en estas últimas produce toxicidad a las gram positivas (Bell, 1981; Crute et al. 1985).

Por otra parte, se sabe que existen estimuladores de la acumulación de fitoalexinas, así se tiene que los glucanos presentes en P. Megasperma f. sp. glycine estimulan a la soya en la producción de gliceolina; la glicoproteína de Cladosporium fulvum activa la pistina en chícharo; los ácidos grasos en especial el ácido arachidónico de P. infestans inducen sesquiterpenóides (Crute et al. 1985), asimismo, existen

fragmentos de polisacáridos en la pared celular que inducen a la producción de fitoalexinas (Bidwell, 1983).

En bacterias, la acumulación de fitoalexinas se ha detectado en la reacción de hipersensibilidad (Darvill y Albersheim, 1984).

Bell (1981) señala como responsables a las peroxidasas, taninos o melaninas como sustancias destoxificantes de las fitoalexinas; por otro lado, la mayor producción de fitoalexinas se da en plantas resistentes en mayor grado que en las susceptibles.

La síntesis de fitoalexinas sufre alteraciones por altas temperaturas, alta intensidad luminosa y fotoperíodo largo que aceleran su síntesis y se disminuye con los niveles altos de nitrógeno (Bell, 1981).

Philbrick y Philbrick (1980) señalan algunas plantas con propiedades fungicidas tales como el cebollín contra el mildiú de la grosella, pepino y otras; la manzanilla contra el mildiú del pepino y el rábano picante contra los hongos de los árboles frutales. A los extractos acuosos del tabaco como bactericidas e insecticidas.

Por último, Putnam y Tang (1986) reportan la acción fungicida de los siguientes compuestos blasticidin-S, Kasugamycin,

poliyoxin, streptomycin y validmycin obtenidos a partir de Streptomyces sp; sustancias aleloquímicas naturales que se usan a nivel comercial; así como las resinas de la gobernadora (Larrea tridentata), acetogeninas de semillas de Annona y d-limoneno de los aceites de cítricos.

2.5.3 La alelopatía en el control de insectos.

Putnam y Duke (1978) y Putnam y Tang (1986) mencionan que se han logrado capitalizar compuestos con funciones como repelentes, anti-alimenticios, hormonas juveniles y toxinas contra insectos y nemátodos.

Desde la antigüedad hasta antes que aparecieran los insecticidas modernos se utilizaron mezclas de estiércol, cenizas, orines y basuras de varias clases para el combate de plagas agrícolas (Vélez, 1988). La mayoría de las plantas utilizadas poseen la propiedad de actuar como repelentes, otros como disuasivos de la alimentación y otros como insecticidas, hormonas juveniles y atrayentes.

2.5.3.1 Los repelentes.

Philbrick y Philbrick (1980) señalan algunas de las plantas con acción repelente, por ejemplo, contra las palomillas debe usarse la cuasia, la santolina, la salvia, el romero, el alcanfor

o la menta; contra los áfidos, el extracto acuoso de tomate y la artemisa; contra moscas, el aceite de anís y la hierba cana (Senecio); contra las hormigas, el chile en polvo; contra gallinas ciegas, las hojas de encino; contra grillos, la artemisa; contra el barrenador de las guías de la calabaza, la pimienta negra; contra la mariposa de la col, el cáñamo; contra el pulgón lanígero y áfidos de la col, el mastuerzo; el rábano, contra el escarabajo rayado del pepino; y la Artemisa absinthium contra los barrenadores del maíz y trigo. En cuanto a los ácaros, el aceite de cilantro, repele a la araña roja; el aceite de lavanda y A. absinthium repelen a las pulgas. En los moluscos (babosa y caracol) actúan como repelentes la cáscara de naranja, hojas de encino y la artemisa. La menta repele a los roedores.

No ha habido uso práctico de los repelentes para el control de los insectos en los bosques. Sin embargo, la investigación de los escarabajos de la corteza del pino (Scolytidae) ha indicado la presencia de resinas volátiles que al parecer causan la resistencia de ciertas especies de pino al ataque del escarabajo de la corteza. La resistencia o susceptibilidad de los pinos (Pinus spp.) al ataque por las polillas de los puntos Rhyacionia spp, también parece estar gobernada por la composición de las oleoresinas en las diversas especies de pino. Por otra parte, aunque ya no se usan mucho, en el pasado las resinas de pino y los compuestos fenólicos sirvieron como cubiertas para heridas para proteger a los animales del ataque del gusano barrenador y cresas

de las moscas. Los materiales que proporcionan protección pueden haber obtenido su repelencia encubriendo la atracción de las heridas, por acción tóxica, por repelencia verdadera, o bien, por una combinación de las tres acciones. (NAS, 1982).

2.5.3.2 Los disuasivos de la alimentación.

Algunas sustancias que se encuentran en la naturaleza, extraídas de plantas e identificadas químicamente, han mostrado una fuerte acción disuasiva de la alimentación para determinados insectos. Ejemplos de estos disuasivos son el 6-metoxibenzoxazolinona del maíz, para la larva del barrenador europeo del maíz Ostrinia nubilalis (Hubnner), ciertos alcoglicósidos (dimisina, dihidro-a-solanina, leptinas, solacaulina, solanina y tomatina) de varias especies de Solanum para el escarabajo de la papa Leptinotarsa decemlineata (Say); y cumarina (en altas concentraciones) del trébol dulce para el picudo de las legumbres, Listroderes costirostris obliquus (Klug). En los cálices de Hibiscus syriacus Linnaeus (Rosa de Sharon) y en el aceite y harina del Tung (aleurita), se encuentran potentes disuasivos de la alimentación para los picudos del algodón. Los disuasivos, parecen ser de naturaleza glicosídica, pero no han sido identificados químicamente. Estos ejemplos indican que el campo de los disuasivos naturales de la alimentación de los insectos de las plantas ofrece un fructífero campo para la investigación. El empleo de estos disuasivos de la alimentación

como un método futuro o adicional en el control de insectos dependerá, en gran medida, de la rapidez con que sean aislados e identificados químicamente. (NAS, 1982).

2.5.3.3 Las hormonas y atrayentes.

Las necesidades mas importantes en el terreno de la investigación respecto al empleo de hormonas de insectos como agentes de control químico son: 1) estudiar más a fondo los compuestos activos conocidos en un mayor número de insectos, en relación con los efectos morfológicos ya observados, así como descubrir efectos fisiológicos y bioquímicos mas sutiles; 2) llevar a cabo un programa intensivo de síntesis y análisis y tratar de relacionar la estructura con la actividad hormonal; 3) desarrollar nuevas o mejores pruebas para valorar los compuestos que tienen actividad hormonal y sustancias análogas, así como compuestos afines que pueden tener actividad antihormonal o antagónica; y 4) realizar un plan de estudios para descubrir y luego aislar e identificar compuestos con actividad hormonal juvenil o de muda presente en vegetales, y determinar la función que dichas sustancias desempeñan para proteger a las plantas del ataque de los insectos. (NAS, 1982).

Respecto a los atrayentes, NAS (1982) señala que de la planta de algodón se ha extraído un paralizante para el picudo del algodón. En las hembras de algunos insectos se han extraído

algunos atrayentes sexuales con el fin de atraer a los machos (NAS, 1982), y posteriormente matarlos con un insecticida.

2.5.3.4 Los insecticidas botánicos y derivados.

Ejemplos de los insecticidas botánicos y derivados son la nicotina, el piretro y los derivados de derris (rotenona). Estos compuestos actúan sobre todo como insecticidas de contacto. Sólo el piretro se usa mucho; todavía es útil en el control de las plagas domésticas, industriales y de los alimentos almacenados. Los otros compuestos en este grupo, han sido muy desplazados por los insecticidas orgánicos sintéticos más recientes. (NAS, 1982; Vélez, 1988).

Philbrick y Philbrick (1980) señalan algunas plantas con propiedades insecticidas, por ejemplo, la harina de la semilla de mostaza actúa contra las escamas de los árboles frutales; la nicotina y el equiseto contra los áfidos.

Por último, Putnam y Tang (1986) reportan la acción insecticida de los siguientes compuestos: nicotina obtenida de (Nicotiana tabacum), quassin (Cuassia amara), retrina (Chrysanthemum cineraraefolium), rotenoido (Derris y Lonchocarpus), ryanodina (Ryania speciosa), y las isobutilamidas insaturadas de Anacyclus pyrethrum y Helliopsis longipes; que son sustancias aleloquímicas naturales que en la actualidad se utilizan a nivel comercial.

2.5.4 La alelopatía en el control de nemátodos.

A nivel mundial, la nematología continúa desarrollándose en todos sus campos ya que muchos aspectos se desconocen y más aún de la alelopatía en el control de nemátodos.

En México, Montes (1978) cita que se han hecho estudios nematológicos en 89 plantas cultivadas, en las que se han encontrado 44 géneros y 88 especies, de las cuales nueve son especies nuevas; por otra parte, la magnitud de la importancia económica ha sido poco estudiada, y de los trabajos de control, la mayoría están dirigidos al uso de productos químicos. Además, debe de señalarse que pocos trabajos han sido orientados a la búsqueda de plantas con aleloquímicos nematicidas.

2.5.4.1 En los géneros Meloidogyne, Tylenchulus, Pratylenchus, Criconemoides, Rotylenchulus, Trichodorus, Pratylenchulus y Heterodera.

Investigaciones realizadas por Morgan en 1925, Triffitt en 1929 y Ellenby en 1951 señalan que los disulfatos de algunas crucíferas aparentemente reducen la severidad de ataque de los nemátodos en tomate (Sayre, 1971).

En 1978, Rohde y Jenkins descubren que las raíces frescas y ensiladas del espárrago producen un glicósido nematicida (Sayre,

1971). En ese mismo año, Unlenbroek y Bijloo aislaron la sustancia tóxica de politionilo con propiedades nematocidas a partir de Tagetes erecta, así como el α -tertionil. (Triverdi y Barker, 1986).

En 1964, Van Gundy y Kirkpatrick señalan que las raíces de los cítricos producen exudados tóxicos a las larvas de Tylenchulus semipenetrans (Sayre, 1971).

En 1965, Goodey y colaboradores encontraron que las malezas Taraxacum spp. y Galinsoga spp son por excelencia antagónicas a Meloidogyne spp. (Trivedi y Barker, 1986).

En 1966, Dropkin y Boone mencionan que los jugos de la raíz de Cornus florida tiene efectos supresivos sobre la infectividad de M. incognita acrita en raíces de tomate (Sayre, 1971).

Sutmandji (1969) citado por Sayre (1971) revisa el efecto de Tagetes sp sobre los nemátodos fitoparásitos y sugiere que presenta un principio activo nematocida denominado tiofenos y varían entre especies.

Franklin (1970) cita que Tagetes spp. reducen el número de lesiones causadas por los nemátodos de raíz, p.e. Pratylenchus spp.

Sayre (1971) menciona que algunas plantas presentan sustancias químicas exudadas en sus raíces y son antagonistas a los nemátodos fitoparásitos.

En 1972, Ducusin y Davide descubren que los extractos de T. erecta inhiben la incubación de los huevecillos, la infectividad y desarrollo de M. incognita (Triverdi y Barker, 1986).

Egunjobi y Afolami (1976) citan que las hojas de Azadirachta spp y sus extractos acuosos tienen acción nematicida sobre las poblaciones de Pratylenchus brachyurus.

Hollis (1977) señala que las malezas Echinochloa colona, Cyperus iria, C. haspan, C. articulatus y Fuirena sp. en el cultivo del arroz son hospederas del nemátodo Criconemoides onoensis y que al aplicar los productos granulados de fenamifos (Nemacur) y Dupont-1410, se observó un estímulo en el crecimiento de las malezas desfavoreciendo el desarrollo del cultivo y un efecto parcial sobre el control de los nemátodos.

García (1978) reporta a las propiedades nematicidas de Chenopodium ambrosioides L. al observar que la muerte de los nemátodos fitoparásitos y de vida libre ocurre a los 20 minutos de haber adicionado al concentrado de nemátodos en agua, el macerado fresco de tallo y hojas de esta planta a la dosis de 0.5 g en 10 ml.

Trivedi et al. (1978), señalan que algunas pastas oleaginosas pueden ser tóxicas a los nemátodos.

En aguacate, McSorley y Campbell (1980) demuestran que la densidad poblacional de Bidens pilosa está correlacionada significativamente con la población de Rotylenchulus reniformis; estudio que contrasta en su generalidad con Bell (1981) y Rosado et al. (1981).

Bell (1981) cita que más de la tercera parte de las especies de la familia Compositae suprime poblaciones de nemátodos en el suelo que las circunden, en T. erecta L. y Azadirachta indica Juss., sus exudados radicales son particularmente tóxicos a nemátodos, y estas plantas se han usado para el control biológico, por ejemplo, el espárrago exuda un glucósido tóxico contra el nemátodo Trichodorus christie.

Rosado et al. (1981) mencionan que mediante el manejo de las limpias de B. pilosa en maíz tienen un efecto supresivo sobre los nemátodos del suelo cuando la frecuencia de limpias es menor.

En 1981, Amosu determina que los extractos de raíz solubles en agua de Euphorbia adorum, Ricinus Communis, Lycopersicon esculentum y Vigna unguiculata inhiben los juveniles de M. incognita (Triverdi y Barker 1986).

Jarquín (1983) experimentó con extractos acuosos en pruebas in vitro con larvas en estado infestivo de Meloidogyne sp y Pratylenchulus sp; tanto en pruebas de campo como in vitro señalan que el mejor resultado se obtuvo con los extractos de Cassia fistula L. y Melia azederach.

Rodríguez et al. (1984) adicionaron quitina de crustáceos al suelo y obtuvieron un control significativo de Heterodera glycines en soya.

Jesse (1986) demostró que la mostaza blanca (Brassica hirta Moench) y la mostaza negra (B. nigra (L.) Koch), encubren o neutralizan los efectos de las secreciones de la raíz de la papa. Las secreciones de las raíces de mostaza provocan que las secreciones de la raíz de papa no estimulan la eclosión de huevecillos del nemátodo dorado (H. rostochiensis), las soluciones de isocianato de alil y el aceite de mostaza negra tienen un efecto similar.

2.5.4.2 En el género Nacobbus.

Montes (1973) señala que la adición de paja de maíz y de cebada al suelo se logra controlar N. serendipiticus en jitomate bajo condiciones de invernadero.

En Brasil, Caero (1976) encontró el antagonismo de Spergula arvensis contra N. aberrans.

Alcántara et al. (1985) proponen controlar Nacobbus sp en jitomate con Artemisa mexicana ya que en un estudio preliminar las concentraciones del 10 al 100% eran letales para la plántula de jitomate que aquellas menores al 10%.

Marbán y Zuckerman (1989) determinan que las especies Canavalia ensiformis y Phaseolus mungo reducen significativamente el índice de agallamiento radical de N. aberrans en plantas de tomate cuando éstas crecían juntas en maceteros. La incorporación de semillas maceradas (harinas) de estas especies al suelo infestado no redujo el agallamiento radical pero algunas concentraciones inducen síntomas de fitotoxidad.

En los últimos años, Putnam y Tang (1986) reportan un nuevo nematocida y acaricida obtenido a partir de Streptomyces sp. denominado avermectina; aleloquímico natural que se usa a nivel comercial.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Planeación del experimento

Para detectar el efecto nematocida de las malezas Bidens pilosa L., Simsia amplexicaulis (Cav.) Blake y Tithonia tubaeformis (Jacq.) Cass. (fig. 2, 3 y 4) sobre el nematodo falso agallador Nacobbus aberrans (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944, en el cultivo de la espinaca (Spinaceae oleraceae L.), se realizó un experimento que incluye tres fases, que son: 1) fase de campo, 2) fase de laboratorio y 3) fase de invernadero y se indican a continuación:

3.1.1. Fase de campo

Durante esta fase se realizaron muestreos y colectas tanto de semillas de las malezas indicadas, así como del nematodo. Las semillas de malezas se colectaron durante el período otoño-invierno de 1989 en el perímetro del Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Respecto al fitonematodo N. aberrans, Marbán (1983) reporta que se encuentra ampliamente distribuido en los suelos del "Ranchito" del Campo Experimental de la UACH; Garza (1989) menciona la presencia de Nacobbus sp. específicamente en los lotes X-8, X-9, X-10, X-11 y X-15 de la Tabla Agrícola Xaltepa; recientemente, también se detectó su presencia en la Tabla San Martín en el cultivo de acelga, en la



FIGURA N° 2. Aspectos morfológicos de la aceitilla (Bidens -
pilosa L.): A, planta completa (0.57 X) B, fru-
to (5.8 X) y C, cabezuela o capítulo (5.3 X).



FIGURA N° 3. Aspectos morfológicos del achahual amarillo (*Simsia anlexicaulis* (cav. Blake). A planta completa (0.55X); B, fruto (6.8X) y C, cabezuela (2.7 X).



FIGURA N° 4. Aspectos morfológicos del gigantón (*Tithonia tubaeformis* (Jacq.) Cass). A, planta completa (0.18 X); B, cabezuela (1.8X) y C, fruto (5.3X).

búsqueda del nemátodo falso agallador para utilizarse en este estudio.

3.1.2. Fase de laboratorio

En el Laboratorio de Nematología Agrícola del Departamento de Parasitología Agrícola se efectuó la preparación del inóculo. Después de haber colectado el material de jitomate infestado se aseguró el reconocimiento del agente causal en abril de 1990; posteriormente, se extraen los huevecillos-larva y enseguida se contabilizaron, y se estimó por medio de alícuotas con base a la metodología señalada por Carrillo (1989), con algunas modificaciones, que consiste en las fases siguientes:

1) Metodología de extracción de huevecillos-larva.

- a) Lavar con agua potable las raíces con agallas y eliminar suavemente los restos de suelo y materia orgánica.
- b) Posteriormente, las raíces se cortan en trocitos pequeños, de aproximadamente un centímetro de longitud.
- c) Después, se toma al azar los trozos de raíz y se colocan en un vaso de batidora homogenizadora.
- d) Enseguida, se le agrega agua destilada, aproximadamente 180 ml, así como 20 ml de hipoclorito de sodio al 6%, con el objeto de sensibilizar el tejido afectado.
- e) Inmediatamente, batir durante tres minutos, el líquido sobrenadante se vierte en una cubeta con abundante agua con

el fin de detener la acción del hipoclorito, ya que éste puede dañar la viabilidad de los huevecillos.

- f) Con el objeto de separar los huevecillos-larva de los materiales extraños como raíces, arenas y otras partículas de suelo, así como de otros microorganismos que están contenidos en la suspensión se utilizaron los tamices de 20, 40, 100 y 200 mallas, en las veces que éstos fueron utilizados, siempre recogiendo el líquido en una cubeta limpia.
- g) Posteriormente, el líquido colectado se pasa por el tamiz de 250 mallas y por último el de 500 mallas donde quedan retenidos los huevecillos-larva.
- h) Los huevecillos-larva se lavan con una piseta, aún retenidos en el tamiz de 500 mallas y se recogen en un matraz o frascos debidamente etiquetados y se guardan en refrigeración hasta contar los huevecillos.

2) Metodología de conteo de huevecillos.

- a) Se toma el matraz o el frasco que contiene la suspensión de huevecillos-larva, con el objeto de homogenizar dicha suspensión se agita.
- b) De forma inmediata, se toma 3 ml de la suspensión homogenizada y se vierte sobre una caja contadora rectangular cuadrículada.
- c) Con el auxilio de un microscopio de disección se observan los huevecillos-larva por cuadrícula y se contabilizan con

un contador manual.

- d) El conteo se repite por cinco ocasiones, aunque pueden ser más para una mayor precisión, y se calcula el número de huevecillos por milímetro.

En el presente trabajo se obtuvieron 20 huevecillos-larva por milímetro.

3.1.3. Fase de invernadero

Con el fin de evitar la nacencia de otras semillas en los tratamientos, el suelo se esterilizó con bromuro de metilo, de acuerdo a las especificaciones del producto.

A fines de 1989, las semillas de maleza se sometieron a tratamientos de escarificación y de temperatura con el objeto de promover el porcentaje de germinación, ya que estas presentan el fenómeno de dormancia y para fines experimentales no es conveniente, sin lograr alguna respuesta favorable. Sin embargo, el presente trabajo se estableció en el invernadero de Nematología Agrícola del Departamento de Parasitología Agrícola el 5 de marzo de 1990.

En macetas de poliuretano se colocó el suelo esterilizado y húmedo donde se depositaron tres semillas de espinaca variedad 'Viroflay' a una profundidad aproximada de dos centímetros, así como 30 semillas de la maleza correspondiente según el tratamiento a evaluar, según las unidades experimentales correspondientes.

Es necesario notar que el número de plantas de espinaca y los huevecillos larvas de N. aberrans son constantes en cada unidad experimental más no así la densidad de población de las especies vegetales involucradas.

A los 15 días aproximadamente después de la emergencia de las especies vegetales en estudio, se aplicó 200 huevecillos-larva por unidad experimental o bien 800 huevecillos-larva por tratamiento.

La frecuencia del Riego se realizó cada tercer día.

El aclareo de la maleza se efectuó a los 30 días después de la siembra donde se dejó dos plantas de la(s) especie(s) involucrada(as) según el tratamiento establecido en las unidades experimentales correspondientes, y por último, la cosecha se concluye en la tercera semana de julio de 1990.

3.2. El diseño experimental y de tratamientos.

El diseño experimental utilizado es el completamente al azar y tres repeticiones; con un arreglo de tratamientos en factorial completo 2^3 , se trabajaron con tres factores (malezas): especie 1: B. pilosa (B), especie 2: S. amplexicaulis (S) y especie 3: T. tubaeformis (T), y cada una a dos niveles que son: ausencia (0) y presencia (1).

A continuación se muestra el diseño de tratamientos en factorial 2^3 , que son:

No. de Trat.	<u>B. pilosa</u>	<u>S. amplexicanlis</u>	<u>T. tubaeformis</u>
1 (000)	B ₀	S ₀	T ₀
2 (100)	B ₁	S ₀	T ₀
3 (010)	B ₀	S ₁	T ₀
4 (001)	B ₀	S ₀	T ₁
5 (110)	B ₁	S ₁	T ₀
6 (101)	B ₁	S ₀	T ₁
7 (011)	B ₀	S ₁	T ₁
8 (111)	B ₁	S ₁	T ₁

3.3 Parámetros de estudio.

Las variables respuesta de la espinaca que se estudiaron son:

1. Altura de planta (AP), en centímetros, a partir del cuello de la planta.
2. Longitud de raíz (LR), en centímetros.
3. Peso fresco de raíz (PFR), en gramos, de raíz lavada y escurrida, al momento de la cosecha.
4. Peso fresco de la parte aérea de la planta (PFPA), en gramos, cortando a la altura del cuello de la planta, al momento de la cosecha.
5. Peso fresco total de planta (PFTP), en gramos; $PFTP = PFR + PFPA$.
6. Peso seco de raíz (PSR), en gramos.
7. Peso seco de la parte aérea de la planta (PSPA), en gramos.
8. Peso seco total de planta (PSTP), en gramos, $PSTP = PSR + PSPA$.

9. Número de agallas (NA), cantidad de agallas en la raíz de espinaca.

3.4 Análisis estadístico.

El modelo estadístico en que se analizaron las variables de estudio es el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + S_j + T_k + BS_{ij} + BT_{ik} + ST_{jk} + BST_{ijk} + E_{ijkl}$$

Donde:

$i = 1, 2$, (B. pilosa).

$j = 1, 2$, (S. amplexicaulis).

$k = 1, 2$, (T. tubaeformis).

$l = 1, 2, 3$, (repeticiones).

Y_{ijkl} = Observación correspondiente al tratamiento i -ésimo, j -ésimo y k -ésimo en la l -ésima repetición.

μ = Media general del experimento.

B_i = Efecto del factor B en el i -ésimo nivel.

S_j = Efecto del factor S en el j -ésimo nivel.

T_k = Efecto del factor T en el k -ésimo nivel.

BS_{ij} = Interacción entre los factores B y S.

BT_{ik} = Interacción entre los factores B y T.

ST_{jk} = Interacción entre los factores S y T.

BST_{ijk} = Interacción entre los factores B, S y T.

E_{ijkl} = Error asociado a la observación Y_{ijkl} .

En el laboratorio de Cómputo electrónico del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo se procesaron las variables de estudio a través del paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) y de acuerdo al modelo estadístico planteado con el objeto de obtener los análisis de varianza (ANAVA), comparación de medias bajo la prueba Tukey y análisis de correlación.

Los análisis de varianza (ANAVA) se realizaron con el objeto de detectar si existen diferencias estadísticas entre tratamientos para poder continuar con la comparación de medias estadísticas de tratamientos a través de la prueba de Tukey cuando estas fueron requeridas, que se seleccionó por ser la más rigurosa en la detección de diferencias entre tratamientos y señalar así el efecto marcado de éstos. Por otra parte, se busca detectar la posible influencia o relación de otras variables de estudio que pudieran explicar el efecto de los tratamientos, para tal efecto se realizó el análisis de correlación.

El nivel de significancia estadística para el ANAVA para rechazar o aceptar las H_0 se empleó el nivel de significancia observado $\alpha = Pr > F$ y la comparación de medias de los tratamientos obtenidos por la prueba tukey se realizó con $\alpha = 0.05$.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente estudio.

4.1 VARIABLE RESPUESTA.

4.1.1 ALTURA FINAL DE PLANTA (AFP).

En el Cuadro 2, se indican los niveles de significancia observado del análisis de varianza (ANAVA) para la variable altura final de planta (AFP) donde se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de los factores ni tampoco son significativa su interacción. En el Cuadro 3 se muestran las medias de los niveles de los factores (especies de maleza en para la variable AFPE, al se comparados mediante la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) se ratifica la no significancia.

4.1.2 LONGITUD DE RAIZ (LR).

De acuerdo al Cuadro 2, los NSO del ANAVA para la variable LR indican que no existen diferencias estadísticamente significativas para los niveles de los factores así como para las interacciones, solo se muestra significancia estadística para el factor B (B. pilosa). En el Cuadro 3, solo se detecta significancia estadística para (B. pilosa).

Cuadro 2. Nivel de significancia observado (NSO) obtenidos del análisis de varianza para las variables: altura final de planta (AFP), longitud de raíz (LR), peso fresco de raíz (PFR), peso fresco de la parte aérea (PFPA), peso fresco total de planta (PFTP), peso seco de raíz (PSR), peso seco de la parte aérea (PSPA), peso seco total de planta (PSTP) y número de agallas (NA) de *Nacobbus aberrans* en el cultivo de la espinaca. Chapingo, México. 1992.

Nivel de significancia observado $\hat{\alpha} = Pr > F$ VARIABLES	FUENTES DE VARIACION						
	B	S	T	BxS	BxT	SxT	BxSxT
AFP	0.801 NS	0.304 NS	0.064 NS	0.309 NS	0.550 NS	0.810 NS	0.202 NS
LR	0.041 *	0.093 NS	0.162 NS	0.205 NS	0.170 NS	0.120 NS	0.432 NS
PFR	0.117 NS	0.588 NS	0.961 NS	0.098 NS	0.307 NS	0.730 NS	0.406 NS
PFPA	0.043 *	0.136 NS	0.001 **	0.493 NS	0.067 NS	0.834 NS	0.395 NS
PFTP	0.041 *	0.140 NS	0.001 **	0.455 NS	0.082 NS	0.852 NS	0.386 NS
PSR	0.231 NS	0.298 NS	0.415 NS	0.231 NS	0.515 NS	0.415 NS	0.329 NS
PSPA	0.037 *	0.158 NS	0.001 **	0.484 NS	0.059 NS	0.814 NS	0.513 NS
PSTP	0.049 *	0.149 NS	0.005 **	0.297 NS	0.110 NS	0.584 NS	0.365 NS
NA	0.001 **	0.001 **	0.001 **	0.001 **	0.001 **	0.001 **	0.001 **

NS= Nivel de significancia observado no significativo.

* = Nivel de significancia observado menor al $\alpha=0.05$.

**= Nivel de significancia observado altamente significativo menor al $\alpha=0.01$.

Cuadro 3. Medias asociadas a los niveles de los factores B (*Bidens pilosa*), S (*Simsia amplexicaulis*) y T (*Tithonia tubaeformis*) sobre las variables respuesta del cultivo de la espinaca infestada por *Nacobbus aberrans*. Chapingo, México. 1992.

VARIABLE	B		S		T	
	0	1	0	1	0	1
AFP (cm)	12.85a	11.98a	14.23a	10.64a	15.81a	9.02a
LR (cm)	3.96a	3.02b	3.87a	3.11a	3.80a	3.18a
PFR (g)	1.06a	0.78a	0.97a	0.87a	0.92a	0.92a
PFPA (g)	18.98a	11.55b	17.92a	12.62a	22.54a	8.00b
PFTP (g)	20.04a	12.33b	18.88a	13.49a	23.46a	8.92b
PSR (g)	0.98a	0.37a	0.94a	0.42a	0.88a	0.47a
PSPA (g)	3.98a	2.40b	3.71a	2.67a	4.69a	1.70b
PSPT (g)	4.97a	2.77b	4.65a	3.09a	5.56a	2.17b
NA (núm.)	0.33a	0.00b	0.33a	0.00b	0.33a	0.00b

NOTA: Para una misma variable y factor, medias de los niveles unidos por la misma letra son estadísticamente iguales con $\alpha=0.05$.

En ausencia de B. pilosa, la LR de la espinaca adquiere una longitudde 3.96 cm, la cual se reduce de manera significativa a 3.02 cm ante su presencia; esta reducción significativa no fue detectada para S. amplexicaulis y T. tubaeformis. Es probable que B. pilosa presente exudados alelopáticos que no permitan el buen desarrollo de la raíz de espinaca, situación que no sucede cuando B. pilosa interacciona con las otras especies estudiadas que son S. amplexicaulis y T. tubaeformis ya que no manifiestan efecto significativo sobre la LR de la espinaca. Por lo tanto, B. pilosa, al parecer provoca interferencia en la LR de la espinaca, concepto definido como el conjunto de acciones de competencia y alelopatía.

4.1.3. PESO FRESCO DE RAIZ (PFR).

En los cuadros 2 y 3 se indican que no existen diferencias significativas para los factores y sus niveles respectivos para la variable PFR.

4.1.4 PESO FRESCO DE LA PARTE AEREA (PFPA).

Para la variable PFPA, los NSO muestran diferencias significativas para el factor B, y para el factor T presenta alta significancia (Cuadro 2); las medias de los factores señalados, B y T, muestran significancia estadística al ser comparados por la prueba Tukey al $\alpha=0.05$, (Cuadro 3).

En presencia de B. pilosa, el PFPA de la espinaca presenta una disminución de 7.4 g; y en el caso de T. tubaeformis es más drástico hasta 14.5 g; mientras que S. amplexicaulis no presenta ningún efecto significativo sobre el PFPA. Es importante señalar que T. tubaeformis reduce hasta dos veces el PFPA de la espinaca comparada con el efecto de B. pilosa, lo que sugiere que T. tubaeformis presenta un efecto de competencia que de alelopatía.

4.1.5 PESO FRESCO TOTAL DE PLANTA (PFTP).

La variable PFTP es muy similar en comportamiento con la variable PFPA, ya que los NSO del ANAVA presentan diferencias significativas para el factor B, y para el factor T es altamente significativo (Cuadro 2); al ser comparadas las medias de los factores señalados, B y T, por la prueba de Tukey al $\alpha=0.05$, muestran significancia estadística.

El PFTP de la espinaca, en presencia de B. pilosa se reduce en 8.7 g, en cambio T. tubaeformis disminuye hasta 14.5g y S. amplexicaulis no presenta un efecto significativo. Debe de destacarse que T. tubaeformis reduce hasta dos veces el PFTP de la espinaca comparado con el efecto de B. pilosa.

4.1.6 PESO SECO DE RAIZ (PSR).

De acuerdo al Cuadro 2, los NSO del ANAVA para la variable PSR se señala que no existen diferencias estadísticamente significativas para los niveles de los factores así como para las interacciones. En el Cuadro 3, se muestran las medias de los niveles de los factores obtenidas; a través de la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) se ratifica la no significancia.

Lo anterior, indica que el PSR de la espinaca no es afectado por ninguna de las tres malezas en estudio de manera significativa, sin embargo, en forma numérica se observa una reducción aproximada del 50% para cada una de las especies en estudio, posiblemente debido a un efecto de competencia.

4.1.7 PESO SECO PARTE AEREA (PSPA).

Los NSO del ANAVA para la variables PSPA se muestra diferencias significativas para el factor T (Cuadro 2); en el Cuadro 3, se señalan las medias de los niveles de los factores obtenidas a través de la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) donde se ratifica la diferencia significativa para el factor B y para el factor T.

Lo anterior muestra que la presencia de B. pilosa y T. tubaeformis en forma individual presentan un efecto sobre el PSPA de la espinaca. En forma numérica, B. pilosa reduce en 60% el PSPA

de la espinaca, es decir, de 3.98 a 2.40 g, en cambio T. tubaeformis logra una disminución de casi tres veces, de 4.7 a 1.7 g, lo cual sugiere que es un efecto de competencia.

4.1.8 PESO SECO TOTAL DE PLANTA (PSTP)

De acuerdo al NSO del ANAVA para la variable PSTP, los factores B y T son significativos (Cuadro 2), y las medias de los niveles de dichos factores, B y T comparados por la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) son significativos.

Debe señalarse que B. pilosa y T. tubaeformis, ambas por separado reducen el PSTP en forma significativa; en forma numérica, el PSTP de la espinaca se reduce en 50% ante la presencia de B. pilosa o bien con T. tubaeformis, esta disminución del PSTP se debe principalmente a la competencia que estas presentan en forma individual. La maleza S. amplexicaulis no muestra significancia estadística sobre el PSTP, sin embargo, sólo reduce en un 20% el PSTP en forma numérica.

4.1.9 NUMERO DE AGALLAS (NA).

En el Cuadro 2, se muestran los NSO del ANAVA para la variable NA. Esta variable fue analizada por medio de un factorial estudiándose los factores B, S y T, sus interacciones BxS, BxT, SxT y BxSxT mostraron alto nivel de significancia estadística.

En el Cuadro 4, se presentan los resultados de la comparación de medias de las combinaciones entre los niveles de cada par de factores obtenidas por la prueba Tukey ($\alpha=0.05$), las combinaciones de los niveles de B con S, B con T y S con T presentaron diferencias significativas, donde se observa que el tratamiento BoSo, es decir, el tratamiento que no incluye B. pilosa (B) y S. amplexicaulis (S) presenta agallamiento y es nulo cuando estas se presentan solas (B₁So y BoS₁) o asociada (B₁S₁) indicadas en la Figura 5-A; así mismo, en la comparación de B. pilosa (B) y T. tubaeformis (T) el mayor agallamiento lo presenta el tratamiento BoTo, mientras que el agallamiento es nulo cuando estas se presentan solas (B₁To y BoT₁) o asociada (B₁T₁) y que se muestran en forma gráfica en la Figura 5-B; por último, en las combinaciones de los factores S con T presenta agallamiento y es nulo cuando se incluye S. amplexicaulis en forma individual (S₁To) o bien T. tubaeformis (SoT₁) o ambas (S₁T₁) (Figura 5-C).

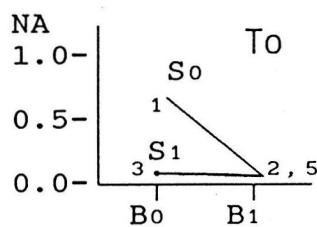
En el Cuadro 5, se indican los resultados de la combinación de los niveles entre los factores B, S y T obtenida por la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) donde se observa dos grupos de significancia estadística. En el primer grupo de significancia se ubica el tratamiento testigo (BoSoTo) y el segundo grupo incluye al resto de los tratamientos. El testigo (BoSoTo) siempre presentó agallas de N. aberrans, es decir, éste nematodo sólo creció y se reprodujo cuando estuvieron ausentes las especies de maleza de la familia Compositae en estudio, B. pilosa, S. amplexicaulis y T.

tubaeformis; pero cuando estuvieron presentes en forma individual o asociada presentaron un efecto en el desarrollo del nematodo, al no manifestarse el agallamiento en la raíz de la espinaca.

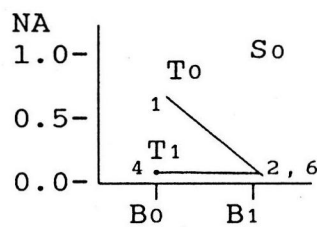
Cuadro 4. Comparación de medias a través de la prueba Tukey para combinaciones de los niveles de los factores Bidens pilosa x Simsia amplexicaulis (BxS), B. pilosa x Tithonia tubaeformis (BxT) y S. amplexicaulis x T. tubaeformis (SxT) sobre el agallamiento de Nacobbus aberrans en el cultivo de la espinaca. Chapingo, México. 1992.

B x S			B x T			S x T		
TRAT	$\bar{X}$ en No. de agallas	Sig.	TRAT	$\bar{X}$ en No. de agallas	Sig.	TRAT	$\bar{X}$ en No. de agallas	Sig.
1 (BoSo)	0.67		1 (BoTo)	0.67		1 (SoTo)	0.67	
2 (B1So)	0.00		6 (B1T1)	0.00		7 (S1T1)	0.00	
3 (BoS1)	0.00		4 (BoT1)	0.00		4 (SoT1)	0.00	
4 (B1S1)	0.00		2 (B1To)	0.00		3 (S1To)	0.00	

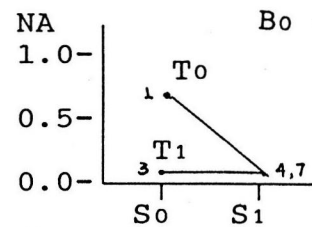
NOTA: Tratamientos unidos por la misma línea son estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).



5-A



5-B



5-C

Figura 5. Representación gráfica de las interacciones: 5A. Bidens pilosa x Simsia amplexicaulis (BxS); 5B. B. pilosa x Tithonia tubaeformis (BxT); y 5C. S. amplexicaulis x T. tubaeformis (SxT).

El testigo (BoSoTo) siempre presentó agallas de N. aberrans, es decir, éste nematodo sólo creció y se reprodujo cuando estuvieron ausentes las especies de maleza de la familia Compositae en estudio, B. pilosa, S. amplexicaulis y T. tubaeformis; pero cuando estuvieron presentes en forma individual o asociada presentaron un efecto en el desarrollo del nematodo, al no manifestarse el agallamiento en la raíz de la espinaca.

De acuerdo a la revisión de literatura, Putnam (1978); Bell (1981); Putnam y Tang (1986) mencionan que los compuestos alelopáticos se producen y se liberan en los diversos órganos de los vegetales desde el follaje, frutos, corteza de los tallos y raíces, además, el ataque de los microorganismos inducen la producción de aleloquímicos. Algunos autores como Goodey et al. (1965) citados por Triverdi y Barker (1986) señalan el antagonismo de las malezas de Taraxacum spp y Galinsoga spp contra Meloidogyne spp; Franklin (1970) cita que las lesiones causadas por los nematodos se reducen con Tagetes sp; Bell (1981) menciona que más de la tercera parte de las especies de la familia Compositae suprimen la población de nematodos que circundan a sus raíces, y por último, Marban y Zuckerman sentencian que el índice de agallamiento causado por N. aberrans en tomate (L. esculentum) se reduce significativamente cuando las plantas que secretan exudados crecen juntas en maceteros.

Es probable que en éste estudio, las malezas de Bidens pilosa, Simsia amplexicaulis y Tithonia tubaeformis reduzcan significativamente el agallamiento causado por N. aberrans.

En el Cuadro 5, se muestra la comparación de medias mediante la prueba Tukey ($\alpha=0.05$) donde se tienen dos grupos de significancia, en el primer grupo se ubica el testigo (BoSoTo), y en el segundo el resto de los tratamientos, según la interacción de segundo orden.

Cuadro 5. Comparación de medias mediante la prueba de Tukey para la variable número de agallas causadas por Nacobbus aberrans Thorne y Allen, 1944 sobre la raíz de espinaca (Spinacea oleracea L.). Chapingo, México. 1991.

Tratamiento	Media	Grupo
1 (BoSoTo)	1.333	
2 (B ₁ SoTo)	0.000	
3 (BoS ₁ To)	0.000	
4 (BoSoT ₁)	0.000	
5 (B ₁ S ₁ To)	0.000	
6 (B ₁ SoT ₁)	0.000	
7 (BoS ₁ T ₁)	0.000	
8 (B ₁ S ₁ T ₁)	0.000	
D.M.S.	0.577	

Nota: Tratamientos unidos por la misma línea son estadísticamente iguales ($\alpha.= 0.05$).

4.2. ANALISIS DE CORRELACION.

En el Cuadro 6 se presentan los resultados del análisis de correlación de las variables estudiadas en espinaca, de las cuales se muestran las que presentan una mayor asociación y que son:

4.2.1 PESO FRESCO TOTAL DE PLANTA (PFTP).

PFTP se encuentra correlacionada en forma altamente significativa con el PFPA (0.99 **), lo que indica que el PFPA

participa en forma significativa con el PFTP, ya que éste depende en gran medida del crecimiento y desarrollo acumulado por la espinaca.

Cuadro 6. Análisis de correlación para las variables respuesta observadas en el cultivo de espinaca infestada por Nacobbus aberrans y tratadas con maleza in vivo con posible efecto nematicida. Chapingo, México. 1992.

	AFP	LR	PFR	PFPA	PFTP	PSR	PSPA	PSTP
LR	0.079 0.7132							
PFR	0.198 0.3525	0.072 0.7352						
PFPA	0.272 0.1975	0.587 0.0026	0.402 0.0516					
PFTP	0.275 0.1925	0.581 0.0029	0.431 0.0357	0.999 0.0001				
PSR	0.367 0.0777	0.375 0.0707	0.564 0.004	0.603 0.0018	0.613 0.0014			
PSPA	0.273 0.1967	0.581 0.0029	0.407 0.048	0.999 0.0001	0.999 0.0001	0.576 0.003		
PSTP	0.337 0.1070	0.569 0.0037	0.509 0.0111	0.961 0.0001	0.965 0.0001	0.794 0.0001	0.954 0.0001	
NA	0.477 0.0183	0.660 0.0004	0.351 0.0927	0.707 0.0001	0.709 0.0001	0.797 0.0002	0.690 0.0002	0.805 0.0001

Nota: Para cada par de variables se tienen dos valores: el coeficiente de correlación (arriba) y el nivel de significancia observado (abajo).

4.2.2 PESO SECO DE LA PARTE AEREA (PSPA).

Las variables que representan alta significancia estadística son: PFPA (0.99**) y PFTP (0.99**) y correlacionada con PSPA. Lo anterior, significa que el PSPA depende del que adquiriera en el PFPA y PFTP.

4.2.3. PESO SECO TOTAL DE PLANTA (PSTP)

El PSTP se correlaciona con las variables PFPA (0.96**), PFTP (0.96**), PSPA (0.95**) y PSR (0.79**). Estas relaciones indican que el PSTP se incrementa en la medida que crezcan y se desarrollen la raíz y las partes aéreas, medido en peso fresco y seco.

4.2.4 NUMERO DE AGALLAS (NA).

La variable NA se correlaciona con las variables PSR (0.80**) y PSTP (0.80**); se infiere que la cantidad de agallas presenta un efecto significativo sobre el PSR y el PSTP.

4.3 DISCUSION GLOBAL.

4.3.1. Efectos en el sistema radicular.

La especie B. pilosa disminuye significativamente la longitud

de raíz (LR) de la espinaca debido posiblemente al efecto alelopático sobre el crecimiento de la raíz, mientras que S. amplexicaulis y T. tubaeformis no manifiestan éste fenómeno ya sea en forma individual o asociada.

Adicionalmente, las especies de maleza en estudio B. pilosa, S. amplexicaulis y T. tubaeformis no afectan el peso fresco de raíz (PFR) y el peso seco de raíz (PSR) de la espinaca al no encontrarse significancia estadística; sin embargo, en forma numérica se observó una reducción en el PSR por las malezas en estudio alrededor del 50% debido posiblemente a la competencia que estas presentan.

4.3.2 Efectos de la parte aérea de planta.

Con la presencia de B. pilosa, se observa una disminución en el peso fresco (PFPA) y peso seco de la parte aérea (PSPA), así como del peso fresco (PFTP) y peso seco total de planta (PSTP) aproximadamente en un 50%, y en 60% cuando participa T. tubaeformis, siendo estadísticamente significativo dicha reducción.

Tanto el efecto dado en la parte aérea de la planta de espinaca por la presencia de B. pilosa, y T. tubaeformis es probable que se deba a la competencia interespecifica dada principalmente entre las malezas con posible propiedades

nematicidas sobre la espinaca. En cambio S. amplexicaulis sólo tiene un efecto del 20% en la reducción del peso fresco y peso seco de la espinaca pero sin diferencia estadística.

Por otra parte, Altieri y Doll (1978) citan que algunas prácticas para el uso de la alelopatía en campo destaca la siembra de especies que liberen activamente sustancias tóxicas para otras pero sin afectar al cultivo. Bell (1981) ejemplifica el uso de las especies de la familia de las Compuestas contra los nematodos.

De acuerdo a lo anterior, S. amplexicaulis no afecta al cultivo de la espinaca cuando la maleza citada esta presente por lo que podría ser la más prometedora en su uso directo para reducir las poblaciones de N. aberrans.

4.3.3 Efecto de las malezas en el agallamiento.

Johnson y Thames (1972), Santacruz citado por Marbán (1983) y Carrillo (1988) señalan que la espinaca es una planta hospedera del nematodo falso agallador Nacobbus aberrans. Jatala (1985) cita que las agallas producidas por Nacobbus es una forma de "rosario" y con tamaño de agalla variable; Zamudio et al. (1987) reporta que la presencia de agallas en la raíz reduce el peso fresco de la planta y del desarrollo vegetativo que se traduce en disminución en altura de planta y parte aérea; además, Carrillo (1988) encontró que una sola agalla puede tener tres hembras en la raíz

de espinaca variedad Califlay, en este mismo estudio se indica que la variedad Viroflay es tolerante al ataque de N. aberrans por no permitir el desarrollo del Syncitium pronunciado como sucede en las variedades Califlay e Híbrido-7.

En este estudio se utilizó la variedad Viroflay de espinaca y se indujo el ataque de N. aberrans, en el caso del testigo que no incluye especie alguna de maleza siempre manifestó el ataque ya que se detectó agallamiento pero muy bajo tal vez debido a la tolerancia de la variedad, sin embargo, cuando se presentan en el tratamiento las especies de malezas B. pilosa, S. amplexicaulis y T. tubaeformis en forma individual o asociada no se manifiesta el agallamiento en la especie cultivada (espinaca) ni en las malezas en estudio, por lo que se sugiere que de alguna manera B. pilosa, S. amplexicaulis y T. tubaeformis exudan sustancias alelopáticas que tal vez inhiban al nematodo en estudio y que dichas sustancias presenten el efecto nematocida al evidenciarse en los tratamientos que incluyeron las malezas en estudio no presenten un índice de agallamiento.

Adicionalmente debe señalarse que al menos en este estudio el agallamiento depende en gran medida de las características fenotípicas de la planta de espinaca variedad Viroflay, ya que en forma directamente proporcional se incrementa la longitud (LR) y peso seco de raíz (PSR) la cantidad de agallas aumenta, además, esta en función del crecimiento y desarrollo que la planta de

espinaca alcance en su parte aérea y total (AFP, PFPA, PFTP, PSPA, y PSP), demostrado a través del análisis de correlación para éste estudio. Estos resultados no coinciden con Zamudio et al. (1987) quienes señalan que la presencia de agallas de N. aberrans en la raíz reduce el peso fresco de planta y del desarrollo vegetativo que se traduce en una disminución de altura de planta y parte aérea, y posiblemente, esta aparente contradicción se deba al grado de tolerancia al ataque de N. aberrans que presenta la espinaca var. Viroflay.

V CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados analizados en el presente estudio se concluye lo siguiente:

1. El nematodo falso agallador (Nacobbus aberrans) sólo se reproduce en el cultivo de espinaca en ausencia de las malezas con posibles efectos nematocidas por lo que se acepta la hipótesis 1.
2. La presencia de malezas en estudio (Bidens pilosa, Simsia amplexicaulis y Tithonia tubaeformis) no permiten el agallamiento del nematodo falso agallador (Nacobbus aberrans) en el cultivo de espinaca, por lo que se acepta la hipótesis 2.
3. El nematodo falso agallador (N. aberrans) no se presenta en las raíces de las malezas estudiadas cuando estuvieron en forma individual o asociada.
4. La especie S. amplexicaulis no presenta efectos negativos en la parte radicular y aérea de la espinaca en forma significativa, por lo que es la más prometedora para el control in vivo de N. aberrans, al menos este estudio así lo demuestra.

5. La cantidad de agallas causadas por N. aberrans esta en función del crecimiento y desarrollo que logre la planta de espinaca variedad Viroflay.

VI. LITERATURA CITADA

AGRIOS, G. N. 1985. Fitopatología. LIMUSA. México. p. 101-107.

AGUILAR B., G., G. ALMAGUER V. y S. PALACIOS A. 1978. Observaciones preliminares sobre el ataque de nemátodos nodulares de raíces de los géneros Meloidogyne (Goldi) y Nacobbus (Thorne y Allen) en trigo sarraceno Fagopyrum esculentum L. en el área de Chapingo, México. EN: Resúmenes de las ponencias del VIII Congreso Nacional de Fitopatología. Oaxtepec, Mor. p. 19-20.

ALCANTARA A., J. E.; N. I. ORDOÑEZ V.; G. A. RAMIREZ V.; O. VOLBRE C. y D. CASTILLO F. 1985. Control biológico de Nacobbus sp en jitomate con Artemisa mexicana. EN: Resúmenes del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y XXV Annual Meeting of American Phytopathological Society. Caribbean Division. Guanajuato, Gto. (Resumen 1).

ALEJOS P., M. y S. R. GLIESSMAN. 1981. Potencial alelopático del cadillo (Bidens pilosa L.) en relación con su manejo en el cultivo del maíz (Zea mays L.). EN: Memoria del Primer Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Torreón, Coah. p. 240-241.

- ALTIERI, M.; LINARES, C. H.; DOLL, J. D. y G. GIRALDO. 1977. Evidencias alelopatía en el trópico: una nueva dimensión en el manejo de malezas. Rev. COMALFI 4 (1): 45-52.
- ALTIERI, M. A. y J. D. DOLL. 1978. The potential of allelopathy as a tool for weed management in crop fields. PANS. 24 (4): 495-502.
- ANAYA, A. L. y A. GOMEZ P. 1971. Inhibición del crecimiento producida por el pirú (Schinus molle L.). Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. 32: 99-109.
- ANAYA, A. L. y M. M. RAVALO. 1976. Alelopatía en plantas superiores diferencia entre el efecto de la presión osmótica y los alelopáticos sobre la germinación y crecimiento de algunas especies de vegetación secundaria de una zona cálida-húmeda de México. EN: Gómez P., A. y Vázquez Y. 1976. Regeneración de Selvas CECSA, México, D. F.
- ANAYA, A. L. and AMO, S. DEL. 1978. Allelopathic potential of Ambrosia cumanensis H. B. K. (Compositae) in a tropical zone of Mexico. J. Chem. Ecol. 4(3): 289-304.

- ANAYA A., L. 1988. Importancia de la alelopatía en el manejo de agroecosistemas. EN: Memorias del XV Simposium Internacional de Química de Productos Naturales. Monterrey, N. L.
- ANONIMO. 1977. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Dirección General de Economía Agrícola. México. 291 p.
- BAILEY A., M. 1989. Obtención de plantas resistentes a hongos fitopatógenos mediante ingeniería genética. Mesa Redonda sobre Biotecnología en la Parasitología Agrícola. Dpto. Parasitología Agrícola. UACH. Chapingo, Méx. (Conferencia).
- BAUER, L. I. DE. 1987. Fitopatología. LIMUSA. México. 216 p.
- BELL, A. A. 1981. Biochemical mechanisms of disease resistance. Ann. Rev. PL. Physiology. 32: 21-81.
- BERNAL T., E. S. 1989. Efecto alelopático de extractos acuosos de eucalipto (Eucalipto montezumae Lamb.) sobre el cultivo de haba, girasol y arvenses asociadas al cultivo de frijol y cebada. UACH. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, México. 181 p.

- BHATIA, R. K .; GILL, H. S.; BHANDARI, S. C. and A.S. KHURAN.
1984. Allelopathic interactions of some tropical
weeds. Indian J. of weed Sci. 16(3): 182-189.
- BHOWMIK, P.C. and J.D. DOLL. 1980. Field studies on allelopathic
effects of weed and crop residues. In: Abstracts of
Proceedings North Central Weed Control Conference. 35:
82-83.
- BIDWELL, R. G. S. 1983. Fisiología Vegetal. AGT Editor. México.
784 p.
- BONASERA, J.; LYNCH, J. and M.A. LECK. 1979. Comparison of the
allelopathic potential of four marsh species. Bull. of
the Torrey Bot. Club. 106(3): 217-222.
- BORNER, H. 1960. Liberation of organic substances from higher
plants and their role in soil sickness problems. Bot.
Rev. 26: 293-401.
- BRAUER H., O. 1973. Fitogenética Aplicada. LIMUSA. México. 518 p.
- BRUNNER M., P. 1967. "Jicamilla" del chile causado por un nuevo
nemátodo y obtención de fuentes de resistencia.
Agrociencia 2: 92-98.

- CABALLERO R., M. 1970. Estudio del nemátodo nodulador Nacobbus sp. causante de la jicamilla del chile. ENA. Departamento de Parasitología Agrícola. Tesis profesional. Chapingo, Méx. 61 p.
- CAERO, G. 1976. Estudios sobre el nemátodo del "falso nudo de la raíz" Nacobbus serendipiticus Exp. Bol. 60 Ministerio de AA. CC. y Agropecuarios. Inst. Boliviano de Técnica Agropecuaria. Cochabamba, Bolivia. 6 p.
- CARRILLO F., C. 1988. Cuatro fechas de siembra de tres variedades de espinacas (Spinacea oleracea) como un escape al ataque del nematodo falso agallador. Nacobbus sp. Nematoda: Pratylenchidae, en Chapingo, México, 1987. EN: Memoria del XV Congreso Nacional de Fitopatología. Xalapa, Ver.
- CARRILLO F., C.; L. CABALLERO E. y E. CARDENAS S. 1988. Histopatología de tres variedades de espinaca (Spinacea oleracea L.) atacadas por el nematodo falso agallador Nacobbus aberrans (Nematoda: Pratylenchidae). EN: Memoria del XV Congreso Nacional de Fitopatología. Xalapa, Ver. p. 1.

- CARRILLO F., C. L. 1989. Prácticas de nematología agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. 104 p.
- CASTILLO, G. y N. MARBAN. 1982. Desarrollo histopatológico del parasitismo de Nacobbus sp en Capsicum annuum y C. baccatum. Nematrópica 12(2): 156.
- CASTILLO F., D. 1985. Evaluación de daños ocasionados por Nacobbus en jitomate en Ixmiquilpan, Hgo. y sus perspectivas de control, EN: Resúmenes de ponencias y carteles. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y XXV Annual Meeting Am. Phytopat. Soc., Caribbean Division. Guanajuato, Gto. (Resumen).
- CASTRO, F. J. 1975. Enfermedades del jitomate en el Bajío. Folleto Misceláneo 26. SAG. INIA. México, D. F. p. 3-15.
- CAVENESS, F. E. 1959. Distribution of cyst and gall forming nematode of sugar beets in the United States. J. Am. Soc. Sugar Beet Technol. 10: 544-552.
- CHARUDATTOM, R. and W. HOL. 1982. Biological of weed with plant pathogens. A Wiley Interscience Publication.

- CHOU, C.H. and Y.T. CHUNG. 1974. The allelopathic potential of Miscanthus floridulus. Bot. Bull. Academia Sinica. 15(1): 14-27.
- CLARK, S. A. 1967. The development and life history of the false root-knot nematode, Nacobbus serendipiticus. Nematologica 13: 91-101.
- CID DEL P. V., I. 1985. Ciclo de vida de Nacobbus aberrans (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944. EN: Marbán M., N. y I. J. Thomason. 1985. Fitonematología avanzada I. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. p. 57-65.
- COSTILLA, M. A., S. GONZALEZ y T. HASSELROT. 1977. Contribución al estudio del falso nematodo del nudo Nacobbus aberrans. Nematrópica 7:7.
- COSTILLA, M. A. 1981. Contribuciones al estudio del falso nematodo del nudo Nacobbus aberrans. EN: Memoria de las III Jornadas Fitosanitarias Argentina. Buenos Aires, Argentina.
- COSTILLA, M.; H. BASCO y T. de GOMEZ. 1981. Ensayo sobre el control químico del nemátodo Nacobbus aberrans en tubérculos de papa. Nematrópica 11(2): 78-79.

- CRUTE, R., DE WIT, P. J. G. M. and M. WADE. 1985. Mechanisms by which genetically controlled resistance and virulence influence host colonization by fungal and bacterial parasites. In: R. S. S. Fraser (Ed.) Mechanisms of resistance to plant disease. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publish. Netherlands. 462 p.
- CRUZ C., M. A., F. ZERON B. y F. DE LA JARA A. 1987. Dispersión del nematodo fitoparásito Nacobbus aberrans en una región agrícola entre Actopan y Progreso, estado de Hidalgo. EN: Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. p. 83.
- DARVILL, A.G. and P. ALBERSHEIM. 1984. Phytoalexins and their elicitors a defense against microbial infection in plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35: 243-275.
- DEFRANK, J. and A. R. PUTNAM. 1978. Weed and crop response to allelopathic crop residues. In: Abstracts of 1978 Proceedings North Central Weed Control Conference. 33:44.
- DROST, D.C. and J.D. DOLL. 1978. Allelopathic effect of yellow nutsedge on corn and soybeans. In: Proceedings North Central Weed Control Conference, 1978. 33: 113.

- DROST, D. C. and J. D. DOLL. 1980. The allelopathic effect of yellow nutsedge (Cyperus esculentus) on corn (Zea mays) and soybeans (Glycine max). Weed Sci. 28(2): 229-233.
- EGUNJOBI, O. A. and S. O. AFOLAMI. 1976. Effects of neem (Azadirachta indica) leaf extracts on populations of Pratylenchus brachyurus and on the growth and yield maize. Nematologica 2: 125-132.
- EINHELLIG, F. A. and J. A. RASMUSSEN. 1973. Allelopathic effects of Rumex crispus on Amaranthus retroflexus, grain sorghum and field corn. Am. Midland. Naturalist. 90(1): 79-86.
- ELLINGBOE, A. H. 1981. Changing concepts in host-pathogen genetics. Ann. Rev. Phytopathol. 19: 125-143.
- EQUIHUA P., E. A. 1977. Control químico del nematodo Nacobbus sp Thorne y Allen en el cultivo de chile. SARH. ENA. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, Méx. 35 p.
- FABIAN, A.; RATIV, O. and S. TYERCHA-WOLLMANN. 1978. Allelopathic phenomena in relations between Linum usitatissimum L. and certain perennial grasses (Lolium perenne) L. and Phleum pratense L. Weed Abs. 27(7): 254. Abs. 233.

- FAY, P. K. and W.B. DUKE. 1977. An assessment of allelopathic potential in Avena germ plasm. Weed Sci. 25(3): 224-225.
- FISCHER, R. F. 1980. Allelopathy: A potential cause of regeneration failure. J. of Forestry 78: 346-348.
- FRANKLIN, T.M. 1959. Nacobbus serendipiticus n. sp., a root-galling nematode from tomatoes in England. Nematologica 4: 286-293.
- FRIEDMAN, J. 1983. Allelopathy and autotoxicity in arid region. In: Chou, C.H. and G.R. Waller. (Eds) 1983. Allelochemicals and pheromones. Academia Sinica. Taipei, Taiwan. p. 97-106.
- GARCIA E., R. 1978. Chenopodium ambrosoides L. plantas de uso potencial en el combate de nematodos fitoparásitos; información preliminar. EN: Resúmenes de las ponencias del VIII Congreso Nacional de Fitopatología. Oaxtepec, Mor. p. 76-77.
- GARZA L., J. M. 1990. Comunicación personal. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Chapingo, Méx.

- GOMEZ R., O., M. VALENCIA A. y D. CASTILLO F. 1987. Paecilomyces lilacinus (Thom) Samson, como posible agente de control biológico para Fusarium oxysporum (Schl.) f.sp. licopersici (Sacc) Snider & Hansen, y Nacobbus aberrans (Thorne & Allen) Sher, 1971. en tomate (L. esculentum Mill). EN: Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. p. 67.
- HALE, M. 1982. Allelopathic potential of Artemisia vulgaris rhizomes. Plant Physiology 69(4): 23 (Supplement).
- HENSLEY, J. R. and C. J. COUNSELMAN. 1979. Allelopathic interactions between triazine resistat and susceptible strains of redroot pigweed (Amaranthus retroflexus L.) In: Abstracts of 1979 Meeting the Weed Sci. Soc. Am. p. 110.
- HOLLIS, J. P. 1977. Loss in yield of rice caused by the ring nematode Criconemoides onoensis revealed by elimination of yellow nutsedge, Cyperus esculentus. Nematologica 23(1): 71-78.
- INSERRA, R. N., N. VOVLAS, G. D. GRIFFIN and J.L. ANDERSON. 1983. Development of the false root-knot nematode, Nacobbus aberrans on sugarbeet. J. Nemat. 15: 288-296.

- INSERRA, R. N., G., D. GRIFFIN and J.L. ANDERSON. 1985. The false root-knot nematode, Nacobbus aberrans. Res. Bull. 510. Utah State Univ. Logan. Utah.
- IRONS, S. M. and O. C. BURNSIDE. 1982. Competitive and allelopathic effects of sunflower (Helianthus annuus). Weed Sci. 30(4): 372-377.
- JACKSON, J. R. and R. W. WILLEMSEN. 1976. Allelopathy in the first stage of secondary succession on the piedmont of New Jersey. Am. J. Bot. 63(7): 1015-1023.
- JANCKIEWICS, L. S. 1989. Desarrollo vegetal. Sustancias reguladoras. Universidad Autónoma Chapingo. Colección cuadernos universitarios. Serie Agronomía, 16. Chapingo, Méx. p. 90.-96.
- JARQUIN B., H. 1983. Efecto de extractos vegetales sobre poblaciones de nemátodos en viveros de café. Nematrópica 13(2): 116.
- JARA A., F. DE LA, F. ZERON B., R. LINOCO. S. y A. TOVAR S. 1983. Nemátodos y hongos asociados a plantas hospederas silvestres de campos de cultivo del ejido de Boxtha, Municipio de Actopan, Hgo. Nematrópica 13(2): 110-111.

- JATALA, P. 1985. El nematodo falso nodulador de la raíz: Nacobbus spp. EN: Marbán M., N. y I. J. Thomason. 1985. Fitonematología avanzada I. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx. p. 47-55.
- JENSEN, H. J. 1972. Nematode pests of vegetable and related crops. IN: Webster, J. M. (Ed.). 1972. Economic nematology. Academic Press. New York. p. 377-408.
- JIMENEZ, R. M. 1970. Nuevo género determinado para el Departamento de Arica, Chile. IDESIA. 1: 162-163.
- JOHNSON, J. D. and W. H. THAMES. 1972. The biology of a population of Nacobbus (Hoplolaimidae: Nematoda) found parasitizing spinach in Texas. J. of Nemat. 4: 228.
- KANCHAN, S. D. and JAYACHANDRA. 1979a. Allelopathic effects of Parthenium hysterophorus L. 1. Exudtion of inhibitors trougth roots. Plant and Soil 53(1-2): 27-35.
- KANCHAN, S. D. and JAYACHANDRA. 1979b. Allelopathic effects of Parthenium hysterophorus L. 3. Inhibitory effect of the weed residue. Plant and soil 53(1-2): 37-47.

LEATHER, G. R. and L. E. FORRENSE. 1979. Allelopathic potential of thirteen varieties of sunflower (Helianthus annuus). In: Abstracts of 1979 Meeting of the Weed Sci. Soc. Am. p. 79-80.

LEATHER, G. R. 1983. Sunflowers (Helianthus annuus) are allelopathic to weeds. Weed Sci. 31(1): 37-42.

LINES M., N. y L. A. FOURNIER O. 1979. Efecto alelopático de Cupressus Lusitanica sobre la germinación de las semillas de algunas hierbas. Rev. Biol. Trop. 27(2): 223-229.

LODHI, M. A. K. 1976. Role of allelopathy as expressed by dominant trees in a lowland forest in controlling the productivity and pattern of herbaceous growth. Am. J. Bot. 63(1): 1-8.

LOPEZ G., MA. A. 1987. Determinación del efecto alelopático y herbicida de la calabacita sobre malezas. UACH. Tesis Profesional. Chapingo, Méx.

LOPEZ P., A. C.; C. SOSA M. and E. CARDENAS S. 1984. Histology of tomato roots attacked by Meloidogyne and interaction. Proc. First Int. Congress of Nematology. Guelph, Ontario, Canadá.

- LORDELLO, L. G. E., A. P. ZAMITH and O.J. BOOCK. 1961. Two nematodes found attacking potato in Cochabamba, Bolivia. Ann. Acad. Brasil Cienc. 33: 209-215.
- MAGGENTI, A. 1981. General nematology. Springer series in microbiology. Springer-Verlag New York, Inc. p. 190-192.
- MARBAN M., N. 1983. Estudios sobre Nacobbus aberrans en el Campo Experimental de la UACH. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Campo Experimental. Boletín Informativo Bimestral. No. 4. 4 p.
- MARBAN M., N.; V. ZAMUDIO G. y L. M. MARROQUIN. 1985. Nematode control by soil solarization in the highlands of México. EN: Resúmenes del XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y XXV Annual Meeting of Am. Phytopat.. Soc., Caribbean Division. Guanajuato, Gto. (Resumen)
- MARBAN M., N. y B. M. ZUCKERMAN. 1989. Estudio sobre algunas leguminosas tropicales con propiedades antinematodos. Nematrópica 19(1): 12.

- MASSANTINI. F.; CAPORALI, F. and ZELLINI, 1977a. Evidence for allelopathic control of weeds in lines of soybeans. In: Proc.of EWRS Symposium on different methods of weed control and their integration. 1: 23-28.
- MASSANTINI, F.; CAPORALI, F. and G. M. ZELLINI. 1977b. Allelopathy and weed control. Rev. di agronomia. 11(4): 207-212.
- McSORLEY y C.W. CAMPBELL. 1980. Relationship between nematode density and weed density in avocado groves. Nematropica. 10(2): 96-102.
- MEISSNER, R.; NEL, P. C. and E. A. BEYERS. 1986. Allelopathic influence of Tagetes and Bidens infested soils on seedling growth of certain crop species. South African Journal of Plant and Soil. 3(4): 176-180.
- MENDOZA Z., C. 1989. Resistencia bioquímica de las plantas a hongos y bacterias. Dpto. Parasitología Agrícola. UACH. 80 p.
- MONTES B., R. 1973. Influencia de los abonos orgánicos en la ecología e infectividad de Nacobbus serendipiticus en tomate. ENA. Colegio de Postgraduados. Tesis de Maestría. Chapingo, Méx. 51 p.

MONTES B., R. 1978. Contribución al análisis de la investigación en nematología agrícola en México. EN: Resúmenes de las ponencias del VIII Congreso Nacional de Fitopatología. Oaxtepec, Mor. p. 5-6.

MONTES B., R. 1986. Especies de Meloidogyne y Nacobbus presentes en Oaxaca, sus niveles de daño y su rango de hospederos. EN: Memoria del XIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología.

MORAL, R. Del and R. G. CATES. 1971. Allelopathic potential of the dominant vegetation of western Washington. Ecology 52 (6): 1030-1038.

MORGAN G., A. 1971. Classification of tylenchida (nematoda). In: Zuckerman, B. M.; Mai, W. F. and R. A. Rhode. (Eds.). 1971. Plant parasitic nomatodes. Academia Press. New York. p. 192-219.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (NAS). 1980. Control de plagas de plantas y animales. 1. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. LIMUSA. México, D. F. 223 p.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1982. Control de plagas de plantas y animales. 3. Manejo y control de plagas de insectos. LIMUSA. México, D. F. 522 p.
- PATIL, S. S. 1974. Toxins produced by phytopathogenic bacteria. Ann. Rev. Phytopathol. 12: 259-279.
- PAXTON, J. 1980. A new working definition of the term "phytoalexin". PL. Dis. 64(8): 734.
- PEREZ M. L. Y J. J. PEREZ V. 1988. Interacción Phytophthora capsici Leo-Nacobbus aberrans en cuatro materiales de chile Capsicum annuum L. resistentes al hongo bajo condiciones de invernadero. En: Memoria del XV Congreso Nacional de Fitopatología. Xalapa, Ver. p. 65
- PHILBRICK, H. y J. PHILBRICK. 1980. el libro de los insectos. Control inofensivo de insectos. CECOSA. México, D. F. 119 p.
- PITELLI, R. A.; MELO, W. J. and R. F. COSTALLAT. 1976. Absorción de nutrientes y su distribución en Bidens pilosa L. EN: Trabajos y Resúmenes, III Congreso Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM) y VIII Reunión Argentina de Malezas y su Control (ASAM) Mar del Plata, Argentina. 1: 169-181.

- POINAR, JR, G.O. 1988. Opening address: The impact of nematodes on manking: A historical perspective. *Nematologica* 34: 249-252.
- PRASAD, K.S. and M.J. WEBSTER. 1967. Effect of temperature on the rate of development of Nacobbus serendipiticus in excised tomato roots. *Nematologica* 13: 85-90.
- PUTNAM, A.R. and W.B. DUKE. 1978. Allelopathy in agroecosystems. *Annual Rev. Phytopatology*. 16: 431-451.
- PUTNAM, A. R. and C. S. TANG. 1986. Allelopathy: state of science. In: Putnam, A. R. and C. S. Tang. (Eds.). 1986. The science of allelopathy. John Wiley & Sons. p. 1-19.
- QUIMI, V. H. 1981a. Biological cycle and behavior of Nacobbus aberrans. *Nematropica* 11: 86.
- QUIMI, V. H. 1981b. Histopatological study of parasitism of Nacobbus aberrans. *Nematropica* 11:87
- RAI, J. P. N. and R. S. TRIPATHI. 1984. Allelopathic effects of Eupatorium riparium on population regulation of two species of Galinsoga and soil microbes. *Plant and Soil* 80(1): 105-117.

- RICE, E. L. 1979. Allelopathy-an update. The Botanical Review 45(1): 15-109.
- RICE, E. L. 1984. Allelopathy. Academic Press. Orlando. 422 p.
- RODRIGUEZ K., R.; R. G. MORGAN J. and B. O. GINTIS. 1984. Effects of chitin amendments to soil on Heterodera glycine microbial populations, and colonization of cysts by fungi. Nematropica 14: 10-25.
- ROJAS G., M. 1984. Manual teórico-práctico de herbicidas y fitorreguladores. LIMUSA. México, D. F.
- ROMAN, J. 1978. Fitonematología tropical. Univ. de Puerto Rico. Est. Exp. Agríc. Río Piedras. P. R. p. 196-197.
- ROSADO M., F. J.; S. R. GLIESSMAN y M. ALEJOS P. 1981. Manejo de las arvenses asociadas al cultivo de maíz y su relación con los nemátodos fitoparásitos. EN: Memoria del Primer Congreso Nacional de la Ciencia de la Maleza. Torreón, Coah. p. 237-238.
- SAGAR, G. R. and D. E. F. FERDINANDEZ. 1976. Agropyron repens - allelopat. Annals of Applied Biology. 83(2): 341.

SANTACRUZ U., H. y MARBAN M. 1985. Influencia del potencial de inóculo y estudio histopatológico del parasitismo de Nacobbus aberrans en tres variedades de alegría (Amaranthus hypocondriacus) EN: Resúmenes de ponencias y carteles. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y XXV Annual Meeting of Am. Phytopat. Soc., Caribbean Division. Guanajuato, Gto. (Resumen).

SARMA, K. K. V. 1974. Allelopathic potential of Echinops echinatus and Solanum surratense on seed germination of Argemone mexicana. Tropical Ecology 15(1-2): 156-157.

SAYRE, R. M. 1971. Biotic influences in soil environment. In: Zuckerman, B. M.; W. F. Mai and R. A. Rohde. (Eds.). 1971. Plant parasitic nematodes. Academic Press. New York. p. 235-256.

SCHUTT, P.; H. J. SCHUCK; SYDOW, A. VON and H. HATZELMAN 1975. Allelopathic effects of forest weeds. 1. Influence of weed extracts on the development of root-hairs of Picea abies seedlings. Forestry Abs. 37: 880.

SCHUSTER, M. L. and R. SANDSTEDT. 1967. Nematode on the loose: desvasting the beet fiels. Quarterly Serving Farm, Ranch and Home. 14(1): 12.

- SELLECK, G. W. 1972. The antibiotic effects of plants in laboratory and field. *Weed Sci.* 20(2): 189-194.
- STEENHAGEN, D .A. and R. L. ZIMDAHL. 1979. Allelopathy of leafy spurge (Euphorbia esula). *Weed Sci.* 27(1): 1-3.
- SOSA M., C. y C. GONZALEZ. 1973. Respuesta de maíz chalqueño fertilizado y no fertilizado a cuatro niveles de Heterodera punctata raza mexicana (Nematoda: Heteroderidae). *Nematropica* 3: 12-13.
- SOSA M., C. y V. MUÑOZ. 1973. Respuesta de dos variedades de tomate (Licopersicon esculentum) a siete niveles de población de Nacobbus serendipiticus (Nematoda: Nacobbidae). *Nematropica* 3: 13-16.
- TAYLOR, A. L. y J. N. SASSER 1983. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulo de la raíz. Proyecto Internacional de Meloidogyne. Univ. del Edo. de Carolina del Norte. Raleigh, N. C.
- THORNE, G. and W. M. ALLEN. 1944. Nacobbus dorsalis, nov. gen. spec. (Nematoda: Tylenchidae) producing galls on the roots alfileria, Erodium cicutarium (L). L'Her. Proc. Helminth. Soc. Wash. 11(1): 27-31.

- THORNE, G. and M. L. SCHUSTER. 1956. Nacobbus betatiformis n. sp. (Nematoda: Tylenchidae), producing gall on the roots of sugar beets and other plants. Proc. Helmint. Soc. Wash. 23(2): 128-134.
- TRIVEDI, P. C; A. BHATNAGAR and B. TIAGI. 1978. Control of root-knot nematode on Capsicum annuum by the application of oil-cakes. Indian Phytopathology 31: 75-76.
- TRIVEDI, P. C. and K. R. BARKER. 1986. Management of nematodes by cultural practices. Nematropica. 16(2): 213-236.
- VELEZ L., E. 1988. Curso de parasiticidas agrícolas. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Parasitología Agrícola. Séptima reimpresión. Chapingo, Méx. 396 p.
- WATSON, J. D., J. TOOZE y D. T. KURTZ. 1986. ADN recombinante. Introducción a la ingeniería genética. Labor. Barcelona. 208 p.
- WAY, M.,J. and M. E. CAPMELL. 1981. Effects of weeds and weed control on invertebrate pest ecology. In: Thres, J. M. (Ed.). 1981. Pest, pathogens and vegetation. Pitman Publish., Inc. London. p. 443-458.
- WEBSTER, J. M. 1972. Economic nematology. Academic Press. New York. 529 p.

- WILEY, R. B.; SCHWEIZER E. E. and E. G. RUPPEL. 1982. Interaction of Kochia (Kochia scoparia) and Rhizopus sp on sugarbeet germination. In: Proceedings of the Western Soc. of Weed Sci. 35:75.
- YODER, O. C. 1980. Toxins in pathogenesis. Ann. Rev. of Phytopathology. 18: 103-129.
- ZAMUDIO G., V. 1987. Evaluación de la resistencia de colecciones y variedades comerciales de tomate (Lycopersicon spp a Nacobbus aberrans Thorne y Allen. Colegio de Postgraduados. Centro de Genética. Tesis en Maestría en Ciencias. Montecillo, Méx. 85 p.
- ZAMUDIO G., V.; A. CARBALLO Q. y N. MARBAN. 1987a. Evaluación de la resistencia de colecciones y variedades comerciales de tomate (Lycopersicon spp) a Nacobbus aberrans Thorne y Allen, en campo. EN: Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. p. 35.
- ZAMUDIO G., V.; A. CARBALLO Q. y N. MARBAN M. 1987b. Gama de hospedantes y evaluación de daño de Nacobbus aberrans en hortalizas comerciales. EN: Memorias del XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Mich. p. 84.