

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

POSGRADO EN PROTECCIÓN VEGETAL

UNA ALTERNATIVA DE CONTROL DEL NEMATODO (*Meloidogyne incognita*) CON EXTRACTO DE QUILLAY (*Quillaja saponaria* Mol.) EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN SINALOA, MÉXICO.

TESIS

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCION VEGETAL

PRESENTA

VICENCIO GARCÍA BERNABÉ

Chapingo, Estado de México, Junio de 2006



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

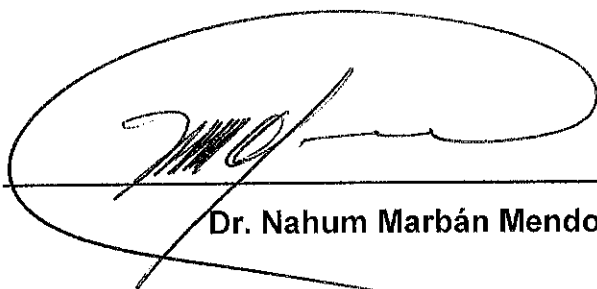


**UNA ALTERNATIVA DE CONTROL DEL NEMATODO (*Meloïdogyne incognita*)
CON EXTRACTO DE QUILLAY (*Quillaja saponaria* Mol.) EN TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN SINALOA, MÉXICO.**

Tesis realizada por **Vicencio García Bernabé**, bajo la dirección del Dr. Nahúm
Marbán Mendoza, aprobada por el Comité Asesor indicado y aceptada como
requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

DIRECTOR:



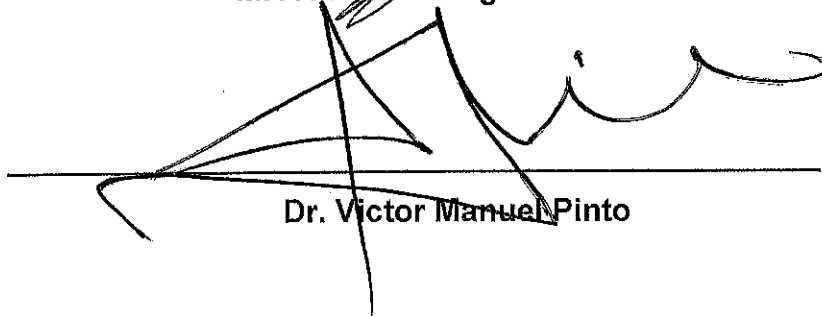
Dr. Nahum Marbán Mendoza

ASESOR:



M.C. Antonio Segura Miranda

ASESOR:



Dr. Victor Manuel Pinto

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Alberta Bernabé Olarte

José García Romero

Por haberme regalado la vida, apoyarme incondicionalmente en todo momento y ser el motivo de mi superación.

A MIS HERMANOS:

Andrea

Margarito

Atanasio

Artemio

Nicolasa

Gracias por quererme y apoyarme en la realización de mis metas

A MIS AMIGOS:

Lucy, Fernandita, Saúl, Enrique, Cristian, Victor, Mayito, Eric, Imelda, Hernán, Arturo, Aurora, Mary, Alonso, Valentina, Oscar, Honorato, Andre etc. y todos aquellos que de una u otra forma hicieron de mi vida más plena.

Gracias por su amistad

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, por acordarse de mí en cada momento de mi vida y por brindarme la oportunidad de vivir.

A la Universidad Autónoma Chapingo y a la Maestría en Protección Vegetal por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico brindado.

Al departamento de Parasitología Agrícola, por todos los apoyos otorgados durante mi estancia en el Posgrado.

Al Dr. Nahum Marbán Mendoza por su valiosa colaboración y aportación para la redacción y revisión de este trabajo.

Al Dr. Víctor Manuel Pinto, el M.C. Antonio Segura Miranda por el apoyo y sugerencias brindadas para la realización de este trabajo.

Al M.C. José Refugio Quintero por el apoyo brindado en la realización del trabajo de campo

A todos los profesores de este posgrado por compartir sus experiencias, comentarios, sugerencias y sus aportes académicos.

A los laboratoristas de nematología agrícola, Policarpio y José por su apoyo directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales

Nombre: Vicencio García Bernabé

Lugar de origen: Rancho Nuevo, Mpio de Cazonas Ver.

Profesión: Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola

Formación académica

Preparatoria Agrícola: Universidad Autónoma Chapingo (1995-1998)

Licenciatura: Universidad Autónoma Chapingo (1998-2002)

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	iv
INDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN (ABSTRAC)	viii
 I. INTRODUCCIÓN	 1
Objetivos	3
Hipótesis	4
 II. REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. Generalidades del cultivo de tomate	5
2.1.1. Historia	5
2.1.2. Importancia económica mundial del cultivo de tomate	6
2.1.3. Importancia económica nacional del cultivo de tomate	7
2.1.4. Tomate en Sinaloa	9
2.1.5. Factores limitantes del cultivo de tomate	11
2.2. Nematodo agallador (<i>Meloidogyne</i> spp)	12
2.2.1. Importancia económica de <i>Meloidogyne</i> spp	13
2.2.2. Distribución nacional de <i>Meloidogyne</i> spp	14
2.2.3. Clasificación taxonómica del género <i>Meloidogyne</i> spp	15
2.2.4. Ciclo biológico	16
2.2.5. Anatomía	17
2.2.6. Respuesta morfológica y fisiológica de la planta	19
2.2.7. Sintomatología y daños causados	21
2.2.8. Hospederos	23
2.2.9. Distribución geográfica	23
2.2.10. Métodos de control	24
2.2.10.1. Cultural	24
2.2.10.2. Biológico	27
2.2.10.3. Químico	28

2.3. Características de los nematocidas usados en esta investigación ---	29
2.3.1. QL Agri 35 ® -----	30
2.3.2. Ditera ® -----	31
2.3.3. Vydate L® -----	31

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Experimento de invernadero	
3.1.1. Inoculo -----	32
3.1.2. Establecimiento del experimento -----	33
3.1.3. Diseño del experimento -----	33
3.1.4. Inoculación -----	35
3.1.5. Tratamientos -----	35
3.1.6. Variables a evaluar -----	35
3.1.6.1. Peso del follaje -----	35
3.1.6.2. Peso de la raíz -----	36
3.1.6.3. Porcentaje de agallamiento -----	36
3.1.6.4. Análisis de datos -----	37
3.2. Experimento de campo	
3.2.1. Ubicación del experimento -----	37
3.2.2. Época de aplicación -----	39
3.2.3. Tratamientos -----	39
3.2.4. Diseño experimental -----	42
3.2.5. Muestreo de suelo -----	42
3.2.6. Variables evaluados -----	44
3.2.6.1. Conteo de la población de Juveniles (J2) -----	44
3.2.6.2. Rendimiento -----	44
3.2.6.3. Índice de agallamiento -----	45
3.2.6.4. Factor de reproducción -----	46
3.2.6.5. Análisis estadístico -----	46

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Experimento de invernadero

4.1.1. bioensayo 1

4.1.1.1. Peso del follaje ----- 47

4.1.1.2. Peso de la raíz ----- 48

4.1.1.3. Porcentaje de agallamiento ----- 50

4.1.2. bioensayo 2

4.1.2.1. Peso de follaje ----- 52

4.1.2.2. Peso de raíz ----- 53

4.1.2.3. Porcentaje de agallamiento ----- 54

4.2. Experimento de campo

4.2.1 Experimento 1

4.2.1.1 Conteo de población de nematodos juveniles (J2) ----- 56

4.2.1.2 Rendimiento ----- 60

4.2.1.3 Índice de agallamiento ----- 62

4.2.2 Experimento 2

4.2.2.1 Conteo de población de nematodos juveniles (J2) ----- 63

4.2.2.2 Porcentaje de agallamiento ----- 69

4.2.2.3 Factor de reproducción (FR) ----- 72

4.2.2.4 Rendimiento ----- 73

V. CONCLUSIONES ----- 77

VI. BIBLIOGRAFÍA ----- 80

VII. ANEXOS ----- 86

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción
1	Tratamientos a evaluar. Evaluación de efectividad biológica del nematocida QL Agri 35 (<i>Quillaja saponaria</i> Mol.) para el control de <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) en La Cruz Elota, Sinaloa, México..... 34
2	Tratamiento a evaluar. Primera evaluación de efectividad biológica del nematocida QL Agri 35 (<i>Quillaja saponaria</i> Moll.) para el control de <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) en la Cruz Elota, Sinaloa, México. 40
3	Tratamiento a evaluar. Segunda evaluación de efectividad biológica del nematocida QL Agri 35 (<i>Quillaja saponaria</i> Mol.) para el control de <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>) en la Cruz Elota, Sinaloa, México. 41
4	Muestreo de suelo en campo (experimento 1) 43
5	Muestreo de suelo en campo (experimento 2) 43
6	Escala visual para evaluar el grado de agallamiento en raíz causado por <i>Meloidogyne incognita</i> en el cultivo de tomate. Propuesta por Taylor & Sasser (1978). 45

7	Efecto de los tratamientos sobre el peso del follaje en tomate	47
8	Efecto de los tratamientos sobre el peso de la raíz de tomate	48
9	Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de agallamiento	50
10	Efecto de los tratamientos sobre el peso del follaje en tomate	52
11	Efecto de los tratamientos sobre el peso de la raíz en tomate	53
12	Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de agallamiento	54
13	Comparación de medias del número de J2 de <i>Meloidogyne incognita</i> por 100g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente al muestreo previo (0 DAA) en la Cruz Elota, Sinaloa, México, 2005	56
14	Comparación de medias del número de J2 de <i>Meloidogyne incognita</i> por 100g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la primera evaluación (21 DDA) en la Cruz Elota, Sinaloa, México, 2005	57
15	Comparación de medias del número de J2 de <i>Meloidogyne incognita</i> por 100g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la segunda evaluación (41 DDA) en la Cruz Elota, Sinaloa, México, 2005	58
16	Comparación de medias del número de J2 de <i>Meloidogyne incógnita</i> por 100g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la evaluación de la primera aplicación en la Cruz Elota, Sinaloa, México, 2005.....	63
17	Comparación de medias del número de J2 de <i>Meloidogyne incognita</i> por 100g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la segunda evaluación en la Cruz Elota, Sinaloa, México, 2005.	65
18	Comparación de medias del número de J2 de <i>Meloidogyne incognita</i> por 100g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la tercera evaluación en la Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.	66

19	Comparación de medias del porcentaje de agallamiento en raíces de tomate causadas por <i>Meloidogyne incognita</i> , después de la tercera evaluación en la Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.	69
20	comparación de medias del factor de reproducción en raíces de tomate causadas por <i>Meloidogyne incognita</i> , correspondiente a la tercera evaluación en la Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.	72
21	Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de tomate en la segunda etapa experimental.	73

INDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción
1	Efecto de los tratamientos para evaluar el peso del follaje y peso de la raíz bajo invernadero del bioensayo uno. 49
2	Efecto de los tratamientos para evaluar el peso del follaje y peso de la raíz bajo invernadero del bioensayo dos 55
3	Efecto de los tratamientos para evaluar el porcentaje de agallamiento del bioensayo uno y dos bajo invernadero 55
4	Conteo de la población de juveniles J2 en número de larvas por cada 100g de suelo del primer experimento en campo 59
5	Rendimiento de tomate por tratamiento en número de frutos por hectárea del primer experimento en campo 60
6	Rendimiento de tomate por tratamiento en toneladas por hectárea del primer experimento en campo 61
7	Porcentaje de agallamiento por tratamiento en el cultivo de tomate del primer experimento en campo 62
8	Conteo de la población de juveniles J2 en número de larvas por cada 100g de suelo del segundo experimento en campo 68
9	Efecto de los tratamientos en cuanto al porcentaje de agallamiento del segundo experimento en campo 71
10	Evaluación del rendimiento de tomate en cuatro fechas diferentes del segundo experimento en campo 76

UNA ALTERNATIVA DE CONTROL DEL NEMATODO (*Meloidogyne incognita*) CON EXTRACTO DE QULLAY (*Quillaja saponaria* Mol.) EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN SINALOA, MÉXICO.

A CONTROL ALTERNATIVE FOR NEMATOID (*Meloidogyne incognita*) WITH QULLAY (*Quillaja saponaria* Mol.) EXTRACT IN TOMATOES (*Lycopersicon esculentum* Mill.) IN SINALOA, MEXICO.

Vicencio García Bernabé¹, Nahúm Marbán Mendoza²

RESUMEN

En Sinaloa, México el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es afectado por varias plagas, una de las cuales es el nematodo agallador *Meloidogyne incognita*. Su combate casi siempre se hace aplicando diferentes agroquímicos, muchos de los cuales ya tienen problemas de registro. Se necesita evaluar nuevos productos que sean eficaces y más amigables al ambiente. En el presente trabajo se estudió el producto orgánico QL Agri 35 que es un formulado de extracto del árbol chileno Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) que posee propiedades nematocidas. Los estudios se hicieron en invernadero y campo; en el primero se comparó la dosis única de 5000 ppm (una y dos aplicaciones) inoculadas (1000 ± 30 J2) y no inoculadas contra el testigo comercial Vydate L (50 ppm, dos aplicaciones) y un testigo absoluto sin tratar (inoculado y no inoculado). En campo se compararon las dosis 10, 15 y 20 L ha⁻¹ de QL, contra Vydate 5 L ha⁻¹ y un testigo sin tratar. Este último se efectuó en la Cruz Eliota, Sinaloa. Los resultados obtenidos en el primer experimento mostraron claramente que el producto QL Agri 35 inducía el crecimiento del tomate cuando era aplicado dos veces y no se inoculaba con nematodos (73 g de follaje) comparado con el testigo sin tratar pero con nematodos (51 g de follaje). No se observó supresión (Tukey P=0.05) de nematodos del QL Agri 35 comparado con el Vydate L que sí lo tuvo. En campo, la supresión fue igual (Tukey P=0.05) entre los cuatro tratamientos químicos, comparado con el testigo sin tratar que tuvo la mayor infección y el menor factor de reproducción. El rendimiento (Ton ha⁻¹) estuvo correlacionada posteriormente con los tratamientos químicos ya que en todos fue mayor (Tukey P=0.05) comparado con el testigo sin tratar. El tratamiento de QL Agri 35 de 20 L ha⁻¹ fue el mejor en supresión de nematodos y rendimiento.

Palabras clave: *Meloidogyne incognita*, Tomate QL Agri 35, Quillay

ABSTRACT

Tomato crops in Sinaloa, México are affected by various pests, one of which is the root knot nematoid *Meloidogyne incognita*. It is almost always combated with the application of different agrochemical, many of which already have registry problems. New effective products that can be used against nematoid and that are environmentally friendly need to be evaluated. The organic product, QL Agri 35, which is made from an extract taken from the Chilean Quillay tree (*Quillaja saponaria* Mol.), and has nematocidal properties, was evaluated in this study. The research was carried out in greenhouses and in the field. In greenhouse, the sole dosage of 5000 ppm of QL was applied (one and two applications) both to tomatoes that were inoculated with young nematodes (1000 ± 30 J2) and to tomatoes not inoculated and its effectiveness was compared to that of commercial Vydate L (50 ppm, two applications) and against an absolute control without treatment (inoculated and not inoculated). In the field, QL dosages of 10, 15 and 20 L ha⁻¹ were used in comparison to doses of 5 L ha⁻¹ of Vydate and an untreated control. The results of the greenhouse experiment clearly demonstrated that QL induced tomato growth when it was applied twice and not inoculated with nematodes (52 g foliage). Suppression of nematodes was not observed (Tukey P=0.05) with QL, whereas there was suppression with Vydate L. In the field, the suppression rate was the same, (Tukey P=0.05), with the four chemical treatments when compared to the untreated control, which had greater infestation and the lowest reproduction factor. The yield (Ton ha⁻¹) was later correlated with the chemical treatments since it was the highest of all (Tukey P=0.05) in comparison to the untreated control. The QL treatment of 20 L ha⁻¹ was the best with regards to nematode suppression and yield.

Key words: *Meloidogyne incognita*, tomato, QL Agri 35, Quillay

¹ Thesis writer, ² Thesis director

¹ Alumno tesista, ² Director de tesis

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculentum* L.), es una de las principales hortalizas que México exporta a los Estados Unidos durante el periodo invernal. De entre los volúmenes exportados, destaca sobre todo el papel que juega el estado de Sinaloa, que se ha constituido como la principal entidad productora y exportadora de esta hortaliza, destinando la producción al consumo en fresco o para la industria (Bayer, 2002, citado por Espinoza, 2003).

Uno de los problemas más serios que ha tenido que enfrentar el cultivo de tomate ha sido el de la raíz, por la presencia de nematodos fitoparásitos principalmente del género *Meloidogyne* el cual es capaz de ocasionar un daño severo y en muchos casos induce a la aparición de otros problemas de tipo fungoso o bacteriano, lo que dificulta llevar a cabo programas de control causando una fuerte incidencia en las bajas de rendimiento y calidad en zonas hortícolas de importancia, como lo es el estado de Sinaloa, específicamente en los municipios de Cruz Elota y el Valle de Culiacán en donde se ha reportado a *Meloidogyne incognita* con una frecuencia de 82.5%, *M. arenaria* con 12.5% y *M. javanica* con 5.0%, atacando al cultivos hortícolas, principalmente pepino, tomate y chile (Carrillo *et al.*, 2000).

La densidad poblacional de estos nematodos agalladores, va en aumento debido a los diferentes sistemas de cultivo, como el acolchado, riego por goteo, prácticas del monocultivo, textura del suelo, lo cual hace difícil su control.

Las prácticas de manejo tradicionales para estos fitonematodos se basan, principalmente, en el uso de productos químicos, para eliminar o reducir (suprimir) los niveles poblacionales de los nematodos parásitos patogénicos de plantas con buenos resultados. Sin embargo, han sido cuestionados en los últimos tiempos por ser contaminantes de las aguas subterráneas, del suelo, por su toxicidad en los seres vivos, residualidad en el suelo, destrucción de la capa de ozono, etc., lo que se ha traducido en la prohibición o restricción del uso de algunos de ellos.

Una de las nuevas alternativas para el control se basa en el uso de productos orgánicos que funcionan como bionematicidas, que son biodegradables y que pueden ser usados en los diferentes sistemas de cultivo. Bajo este contexto, en el desarrollo y pruebas de aplicación de los bionematicidas, el QL Agri 35 extracto de Quillay, (*Quillaja saponaria* Mol.) adquiere importancia por ser una alternativa ambientalmente segura. Por tal motivo se realizó el presente trabajo el cual tiene los siguientes objetivos:

Objetivo general

Evaluar la efectividad biológica del nematocida QL Agri 35, extracto de Quillay, (*Quillaja saponaria* Mol.) a diferentes dosis, para el control del nematodo agallador (*Meloidogyne incognita*), en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo invernadero y en campo.

Objetivos específicos

1. En invernadero, evaluar la eficacia biológica del nematocida orgánico QL Agri 35 a una dosis de 5000 ppm, comparado con Vydate L a una dosis de 50 ppm, para el control de *M. incognita* en el cultivo de tomate var. Rio Grande, utilizando las variables: peso del follaje, peso de raíz e índice de agallamiento.
2. En campo evaluar la eficacia biológica de QL Agri 35 con dosis de 10, 15 y 20 L ha⁻¹ y comparar el efecto de control de *M. incognita* con el nematocida químico, Vydate L (como testigo regional) a una dosis de 5 L ha⁻¹, utilizando las variables: conteo de población de juveniles (J2), porcentaje de eficacia de los tratamientos, factor de reproducción de (J2), porcentaje de agallamiento y rendimiento de tomate.

Hipótesis

El QL Agri 35, extracto de quillay, es un bionematicida orgánico que controla a los nematodos, disminuyendo la ovipostura y emergencia de huevecillos, desorientando y suprimiendo las poblaciones de juveniles (J2), reduciendo el daño por agallamiento, así como también ayuda a la estimulación para generar nuevas raíces y así mantener la planta más vigorosa y succulenta.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de tomate

2.1.1. Historia

El jitomate o tomate rojo es originario de América del Sur; en variedades silvestres, desde tiempos previos a la llegada de los españoles, preferencias para su consumo en fresco o en combinación con otros productos. Se considera a México como el centro de domesticación del cultivo, al ser utilizado como alimento cotidiano dentro de la dieta de sus habitantes. La comercialización y difusión lograda han hecho que pase a formar parte, de la dieta de diversas culturas en el globo terráqueo, permitiendo que en nuestros días ocupe, después de la papa, el segundo lugar dentro del consumo mundial de productos hortícolas (Anónimo, 1995).

Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero para entonces ya habían sido llevados a España y servían como alimento. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Medio Oriente y África y de ahí a otros países asiáticos y de Europa

también se difundió a Estados Unidos y Canadá y de ahí a todo el mundo; de tal forma que hoy podemos encontrar entre los principales productores mundiales a EE.UU. China, Turquía, Italia e India.

2.1.2. Importancia económica mundial del cultivo de tomate

Aunque existe una gran diversidad de productos hortícolas en el mundo, se consideran 200 variedades y a pesar de que algunos tienen importancia a nivel regional, se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el jitomate. Lo anterior señala el enorme valor que guarda éste último no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial (Anónimo, 1998).

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. Se consume principalmente en ensaladas, cocidos o frito. En mucha menor escala se utiliza como curtido.

En 1997 la producción mundial de tomate fue de 61,535 millones de toneladas. Los principales países productores son: China aportando el 26 % de la producción total, Estados Unidos el 16 %, Turquía el 11 %, India 10 %. México se encuentra ocupando el décimo lugar con el 3 % de la producción (Anónimo, 1997)

2.1.3. Importancia económica nacional del cultivo de tomate

El tomate rojo o jitomate es una de las especies hortícolas de gran importancia tanto económica como social en nuestro país; debido, principalmente, al valor que tiene la producción; y a la demanda de mano de obra que genera.

En México, el jitomate es un cultivo que en el 2002 ocupó el segundo lugar en superficie cultivada con 71, 396 ha y el primer lugar en cuanto a volumen y valor de la producción con \$ 5, 993, 646, 542.00 en el renglón hortícola, con producción destinada tanto al mercado nacional como para exportación (Anónimo, 2002).

Su participación en la balanza agropecuaria es fundamental en la generación de divisas, ocupando el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias. A pesar de cultivarse en 27 estados sólo cinco concentran más del 73 % en superficie sembrada, cosechada y producción, destacándose de entre éstos Sinaloa, como el principal productor, tanto para abastecer el mercado nacional como el de exportación con un 60 % de la producción, seguido por Baja California, San Luis Potosí, Sonora, Jalisco, Michoacán (en orden de importancia) ello se debe a su alta tecnificación involucrada en su producción destinada a la exportación. (Anónimo, 1998).

El régimen de humedad para el cultivo de jitomate en México es predominantemente de riego, existe una relación entre el régimen de humedad y los niveles de rendimiento que van desde los 30 Ton/Ha, hasta los 49 Ton/ha en sistemas mas tecnificados como la de Baja California motivo por lo que el cultivo se produce abrumadoramente bajo riego, en alrededor del 85%, siendo el 15% restante de temporal. La situación geográfica del país y el uso intensivo de tecnologías de producción nos permite la explotación en los dos ciclos agrícolas conocidos: primavera -verano y otoño - invierno. La mayor producción se obtiene durante este último, aún y cuando en los últimos años la superficie cosechada tiende a ser similar en ambos ciclos.

Existen diversas formas para clasificar el tomate, de acuerdo a su crecimiento, color o forma; siendo ésta última, la que ha predominado en la comercialización en nuestro país destacándose principalmente el "tomate bola" y "saladett" o "guajillo" que son los de mayor producción, sin olvidar algunas otras variedades como el "cherry", cuya participación en la producción es reducida.

2.1.4. Tomate en Sinaloa

El estado de Sinaloa, se ha consolidado como el mayor productor de tomate a nivel nacional. La producción de la hortaliza tanto para tomate vara como suelo se desenvuelve en dos zonas principales; la zona Norte conformada principalmente por Ahome, El Fuerte, Choix, Guasave, Sinaloa de Leyva, Angostura, Salvador Alvarado y Mocorito; en esta zona la época de siembra está comprendida entre los meses de agosto a enero, mientras que su producción abarca de febrero a junio. La zona Sur – Centro esta comprendida por las poblaciones de Badiraguato, Culiacán, Navolato, Cosala, San Ignacio, Elota, Mazatlán, Concordia, El Rosario y Esquinapa, y su época de siembra corresponden al período agosto - diciembre, mientras que su cosecha se extiende de noviembre a junio.

El destino de la producción sinaloense de tomate se orienta tanto a mercado nacional como al internacional, dependiendo de las condiciones de mercado prevalecientes al momento de la cosecha. Así tenemos que mientras en la temporada 1994-95 el mercado de exportación absorbió alrededor del 57% de la producción, para el ciclo 96-97 el mercado nacional recibió el 51% del producto. En este ciclo la variedad "saladette" conformó el 61% de la oferta mientras que el tipo "bola" e "industrial" representaron el 39 % y 10 % restante. Sinaloa es el mayor exportador estacional de tomate, debido a que los productores otorgan prioridad a la exportación programando sus lotes y cortes,

de tal modo que mantienen el mayor tiempo posible de la temporada, sus expectativas en la colocación de cantidades elevadas del producto cuando se da el alza en el precio por breves períodos, esta situación explica la excesiva elevación que presentan sus exportaciones cuando los precios de frontera son altos, cayendo el suministro hacia el mercado nacional. Estas tácticas son posibles gracias a las semillas, de origen israelí, con las que actualmente el tomate se produce. Dichas semillas requieren de paquetes tecnológicos que abarcan además de la semilla mejorada genéticamente, el riego por goteo, y un uso extendido del acolchado, pasando en algunos casos a la producción en invernaderos e incluso para nichos de mercado muy especializados de la producción mediante hidroponía.

Sin embargo, la producción no ha crecido a los ritmos que podrían esperarse en los últimos años; al parecer existe una saturación de los mercados que al aplicar las novedosas técnicas productivas, los pequeños productores con recursos limitados se vuelven menos competitivos, existiendo la concentración de elevadas inversiones y oportunidades comerciales, en un menor número de grandes productores u organizaciones complejas. La búsqueda del incremento en la calidad del producto surtido a ambos mercados es la tendencia actual del productor para lograr mayores nichos en el acomodo del producto (Anónimo, 1998).

2.1.5. Factores limitantes del cultivo de tomate

Dada la condición de monocultivo del tomate, este frecuentemente presenta varios problemas fitosanitarios como el ataque de plagas y enfermedades en pre y postcosecha.

La mayor parte de las plagas y enfermedades se concentran en el follaje, pero también se tienen los que atacan a tallos y raíces por debajo del suelo como los hongos y nematodos (Anónimo, 1990).

Las enfermedades pueden llegar a reducir la producción de un 10 % a un 50 %, sin embargo esto es cuando se tiene un buen manejo y control. Del total de las enfermedades que atacan al cultivo de tomate, tanto de origen fungoso, bacteriano, virus y nematodos, solo 11 son de mayor importancia económica y la mayoría son de tipo fungoso tales como: *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Phytophthora infestans*, *Leveillula taurina*, *Stemphylium* spp., *Alternaria* spp., *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinerea*, Geminivirus y el fitonematodo *Meloidogyne* spp., (Blancard, 1990).

2.2. Nematodo agallador (*Meloidogyne* spp)

Meloidogyne spp. (nematodos agalladores) son organismos microscópicos, parásitos obligados, patogénicos de plantas, desplegando un marcado dimorfismo sexual, el macho es vermiforme y activo, la hembra es de forma piriforme y sedentario, coloca sus huevecillos en una masa gelatinosa (saco de huevecillos). Usualmente solo atacan a las raíces y son inducidos a formar agallas característico (nódulos).

Meloidogyne spp., causan mucho daño a cultivos de plantas en climas tropicales y templados. Su control es económicamente deseable. La fumigación del suelo es efectiva pero aún muy cara, algunas medidas de control así como las atenciones siguientes debe de enfocarse a métodos biológicos, (desarrollo de cultivares resistentes, alternar cultivos resistentes con susceptibles, el uso de depredadores). Para la implementación de algunos métodos específicos, usualmente requieren de la identificación correcta de las especies del género *Meloidogyne* (Whitehead, 1968).

2.2.1. Importancia económica de *Meloidogyne* spp

Las especies del género *Meloidogyne* constituyen los nematodos patógenos de plantas de mayor importancia económica por su amplia distribución mundial y por el gran número de hospederos que atacan, incluyendo tomate (Eisenback *et al.*, 1981).

Meloidogyne spp., está reportado en Alemania, Suiza, Dinamarca, Holanda, Rusia, Inglaterra, Estados Unidos de América, Brasil, Argentina, Uruguay, Chile, México, etcétera. Es el nematodo que más se ha estudiado por ser el que más daños causa a cultivos de importancia económica, como tomate, melón, sandía, tabaco, chile, frijol, café, nogal, vid, berenjena, pepino etc. (Marban-Mendoza, 2004, comunicación personal). De las casi 60 especies de nematodos agalladores del género *Meloidogyne* sólo cuatro especies causan daños considerables en hortalizas, tales especies son *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* y *M. hapla* (Zuckerman *et al.* 1994).

Más del 5 % de pérdidas a nivel mundial están asociados a éste nematodo. En México, la reducción en la producción de algunos cultivos por este nematodo varía de 30 a 100 % (Sosa-Moss, 1985).

2.2.2. Distribución nacional de *Meloidogyne* spp

En México, el primer reporte de *Meloidogyne* fue publicado en 1906 haciendo referencia a plantas de café. Posteriormente en 1951 se reportó la presencia de *Meloidogyne* spp, en plantas de tomate. Hoy se conocen reportes de *Meloidogyne* spp, en este cultivo en los estados de Sonora, Sinaloa, Michoacán, Tamaulipas, Puebla, Baja California, Oaxaca, Morelos, Tabasco, Coahuila y Durango (Montes, 1988).

Cepeda (1996) reporta que los cultivos de importancia económica en México atacados por nematodos del género *Meloidogyne* son: aguacate, alfalfa, algodón, amaranto, cacahuete, calabaza, col, frijol, garbanzo, guayabo, manzano, melón, papaya, quelite, tomate y vid, en los estados de Guanajuato, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Veracruz, Sonora, Sinaloa, México, Puebla, Tlaxcala, Coahuila, Durango, Nuevo León, Chiapas y Baja California.

Meloidogyne incógnita y *M. arenaria* son especies ampliamente distribuidas en la República Mexicana, encontrándose en los Estados de Aguascalientes, Chiapas, Durango, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Sonora, Tabasco, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.

M. javanica, se encuentra localizada en los Estado de Aguascalientes, Guanajuato, Oaxaca, Sonora y Zacatecas. En el caso de *M. hapla* se localiza en el estado de México, San Luis Potosí y Tlaxcala (Del Prado-Vera *et al.* 2001).

2.2.3. Clasificación taxonómica del género *Meloidogyne* spp.

Phyllum	Nemata
Clase	Secernentea
Subclase	Diplogasteria
Orden	Tylenchida
Suborden	Tylenchina
Superfamilia	Tylenchoidea
Familia	Heteroderidae
Subfamilia	Meloidogyninae
Género	<i>Meloidogyne</i>

2.2.4. Ciclo biológico

El ciclo de vida de todas las especies de *Meloidogyne* es esencialmente el mismo, sin embargo, algunos autores indican que el tipo de hospedero y condiciones ambientales como luminosidad, temperatura, altitud, pH, textura del suelo, etc., hacen que varíe el ciclo de vida de estos nematodos (Cepeda, 1996).

Su ciclo de vida es corto, de tres a cinco semanas en hospederos adecuados y cuando la temperatura del suelo es de 25 a 30 °C, tiene una alta capacidad reproductiva y puede haber algunas generaciones por año (Wyss *et al.*, 1992). Algunas especies se reproducen mediante partenogénesis. El ciclo inicia con un huevo unicelular depositado por la hembra la cual se encuentra total o parcialmente incrustada en la raíz; cada hembra deposita aproximadamente de 500 a 1000 huevecillos en una sustancia gelatinosa que ella misma produce.

La primera etapa larvaria (J1) se desarrolla en el interior del huevecillo y después de sufrir la primera muda dentro de él se desarrolla en la segunda etapa larvaria (J2) de forma filiforme. Esta última forma emerge del huevecillo y llega al suelo, donde se desplaza hasta que encuentra una raíz susceptible siendo la única etapa infectiva de este nematodo.

Las larvas infectivas J2 penetran en las raíces, por la punta o en la zona de crecimiento y se mueven a través de la corteza hasta el sitio de diferenciación del tejido vascular. Aquí el nematodo induce la formación de varias células gigantes, a partir de las cuales se alimenta. Al penetrar, induce el desarrollo de la agalla mediante la división y el crecimiento celular (hiperplasia e hipertrofia, respectivamente) del tejido de corteza y periciclo. El nematodo se hincha adquiriendo una forma de salchicha, deja de alimentarse y muda tres veces para convertirse en hembra o macho adulto. El macho es filiforme, sale de la raíz y copula. Las hembras sedentarias son sub-esféricas con el ano y la vulva terminal rodeados por un patrón perineal importante para la identificación de especies.

2.2.5. Anatomía

Las hembras son globosas, su cuerpo está provisto de una gruesa cutícula, la cual retiene humedad. La cutícula en la región perineal forma un patrón (patrones perineales), que junto con las fasmidias, líneas laterales, ano y posición de la vulva con respecto a la longitud del cuerpo constituyen lo más característico de las hembras y sirven para su identificación.

Los machos poseen una cabeza como cápsula, ésta incluye un disco labial rodeado por labios laterales y labios medios, un prestoma localizado en la parte central del corte del estoma, cuatro órganos sensoriales terminan en los labios medios (sensilas cefálicas) y otras seis alrededor del estoma (sensilas labiales),

esto además del tamaño y forma del cono del estilete, hueco y grosor, son características importantes para la identificación de las especies (Eisenback *et al.*, 1970).

Los machos, hembras y larvas poseen un estilete que consta de una punta cónica, una columna recta y tres nódulos. El estilete es retráctil, debido a unos músculos que están adheridos a los nódulos, poseen una abertura cerca de la punta que conduce al lumen el cual es continuación con el lumen del esófago adherido a los nódulos, cerca de la parte posterior de los nódulos el lumen tiene una ramificación corta llamada orificio de la glándula dorsal, el lumen esofágico conduce hacia una válvula situada en el bulbo esofágico medio.

Los músculos adheridos a la válvula se encargan de dilatarla y contraerla para trasladar el alimento al intestino, en este mecanismo también influyen tres válvulas, una dorsal y dos sub-ventrales que se encuentran posteriores al bulbo medio. El conducto de la glándula dorsal se dirige hacia un orificio que se encuentra en la misma válvula y los conductos de las glándulas sub-ventrales desembocan dentro del tubo esofágico en el bulbo medio.

Cuando el nematodo se alimenta, incrusta la punta del estilete dentro de la célula de la planta, las secreciones de la glándula dorsal esofágico fluyen a través de la abertura del estilete, hacia el interior de la célula de la planta, los juveniles y las hembras tienen glándulas esofágicas bien desarrolladas y las usan en la alimentación. Los machos al parecer no se alimentan y carecen de

glándulas esofágicas bien desarrolladas, poseen dos espículas en la parte posterior del cuerpo las cuales se interrumpen en los lados del cuerpo por campos laterales con cuatro o más líneas (Sasser y Carter, 1985).

2.2.6. Respuesta morfológica y fisiológica de la planta.

Una vez que el J2 ha penetrado en la raíz, se mueve entre las células no diferenciadas para fijarse finalmente. Se coloca con su cabeza en el cilindro en desarrollo, cerca de la región de elongación celular y su cuerpo en la corteza. Con su estilete perfora las paredes de las células e inyecta secreciones de sus glándulas esofágicas. Las secreciones esofágicas causan un agrandamiento de las células en el cilindro vascular dando lugar a la formación de células gigantes (hipertrofia). Al mismo tiempo, hay una intensa multiplicación de células vegetales alrededor de la cabeza de la larva, a esta multiplicación celular se le denomina hiperplasia. Estos cambios son los que dan origen al engrosamiento de la raíz para formar agallas que contienen una o más hembras (Taylor y Sasser, 1985).

El parásito usualmente penetra por las partes subterráneas como la raíz, rizomas y tubérculos donde induce el desarrollo de un crecimiento anormal o elongación. Solo en algunos casos el nematodo invade la porción basal del tallo (Christie, 1936).

La respuesta morfológica más obvia es la formación de agallas en las raíces de la planta atacada, cuyo tamaño y cantidad varía dependiendo de la especie tanto del nematodo como de la planta involucrada en la relación parásito-planta. Las agallas generalmente son pequeñas, sin embargo el tamaño puede estar relacionado con su localización anatómicamente en la planta (Bird, 1974).

Dropkin *et al.* (1969), demostraron que el suministro de citoquininas exógenas en plantas resistentes de jitomate las hace más susceptibles al ataque de *M. incógnita* e incrementa la formación de agallas. Posteriormente Kochba y Samish (1972) establecieron que los niveles de citoquininas y auxinas se encuentran bajos en plantas resistentes y altos en las susceptibles. Esto indica que el nematodo puede usar las hormonas de crecimiento para su propio desarrollo y que puede requerir ciertos niveles de ellas en las plantas hospederas antes de poder crecer y reproducirse.

Todas las plantas responden a la infección con una reducción de la fotosíntesis, crecimiento y rendimiento. Esto sugiere que el nematodo influye en la fisiología de la planta al interferir con la síntesis y traslocación de hormonas de crecimiento producidas en la raíz (Bird, 1974).

2.2.7. Sintomatología y daños causados

Los síntomas del ataque de nemátodos fitoparásitos en la parte aérea de las plantas no son típicos, y pueden confundirse con los provocados por el ataque de otros organismos tales como insectos, hongos, bacterias, virus y aún por deficiencias nutricionales. Afortunadamente, para el caso de nemátodos formadores de agallas de raíces, el problema se facilita porque en la mayoría de sus hospederas forman agallas que le dan un aspecto muy característico a la raíz. Es por ello que se debe desarrollar el hábito de observar las raíces de las plantas que muestran dichas características (Palacios, 1970).

Las plantas atacadas reducen su crecimiento y tienden a marchitarse durante el día. Cuando las poblaciones del nematodo son muy altas, las plantas jóvenes pueden morir sin indicios aparentes de la formación de agallas (Thorne, 1961).

No obstante, los síntomas característicos de *Meloidogyne* spp., se aprecian en los órganos subterráneos de los vegetales, donde causan agallas, las cuales tienen un diámetro de dos a tres veces mayor al de las raíces sanas, puede existir lesiones, manchas necróticas y/o zonas podridas (Marbán-Mendoza, 2001).

Las especies de *Meloidogyne*, además de causar la formación de células gigantes y agallas, provocan necrosis en raíces y tubérculos altamente infestados, acortamiento y disminución de raíces laterales y escasos pelos radicales; al romperse los elementos vasculares en las agallas, se interrumpe en forma mecánica el flujo de agua y nutrientes. Fisiológicamente los ataques aumentan la producción de proteínas en las agallas y provocan un mal funcionamiento de los reguladores de crecimiento entre las raíces y el tallo. Estos cambios contribuyen a la reducción del crecimiento y desarrollo de las plantas (Cepeda, 1996).

Por los síntomas anteriores que presentan las raíces al ser atacadas manifiestan los daños anteriormente mencionados, sin embargo varios investigadores mencionan y que han trabajado sobre la interacción que tienen estos nematodos con otros microorganismos fitopatógenos. Esto último surgió de la observación de la pérdida de resistencia o tolerancia de algunas plantas al ataque de ciertos patógenos como los hongos (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Curvularia* y la bacteria *Pseudomonas agrobacterium*) (Siddiqi, 1986).

Por ejemplo al estudiar la interacción entre *Fusarium oxysporum* y *M. incógnita*, *M. arenaria* y *M. javanica* en tabaco, se encontró que la infección es significativa sólo cuando ambos están presentes (Porter y Powell, 1967).

En un estudio realizado con el la enfermedad damping-off o secadera del algodón causada por el hongo *Rhizoctonia solani* Kuhn, se incrementó cuando se elevó la incidencia de *M. incógnita acrita*, resultando al final un incremento reducido de las plantas (Reynolds y Hanson, 1957).

2.2.8. Hospederos

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

2.2.9. Distribución geográfica

Meloidogyne spp es el género más ampliamente distribuido; se encuentra en zonas tropicales, subtropicales, climas mediterráneos, etc. Esta característica se debe a varios factores como son: capacidad de soportar condiciones adversa, rápida reproducción, efecto de transportarse en material vegetativo, implementos o maquinaria agrícola y facilidad para establecerse en nuevas áreas.

Meloidogyne spp., se encuentra atacando a muchas especies de plantas cultivadas y no cultivadas, entre los 60° N y 50° S del Ecuador así como también en suelos de invernaderos. Algunas especies son cosmopolitas y otros parecen tener una distribución restringida.

2.2.10. Métodos de control

En las últimas décadas se han venido realizando diferentes trabajos para el control de *Meloidogyne* alrededor del mundo, con diferentes métodos que incluyen desde el desarrollo de variedades resistentes, hasta la aplicación de productos químicos, biológicos y orgánicos.

2.2.10.1. Cultural

Las practicas culturales como el barbecho, inundaciones, aplicación de abonos orgánicos, cultivos de plantas de cobertura y rotación de cultivos entre otras, reducen las poblaciones de nematodos parásitos de plantas cultivadas. Generalmente, estas prácticas provocan condiciones adversas para los nematodos, por lo que la capacidad de estos para sobrevivir, multiplicarse y producir enfermedades se afecta notablemente (Cepeda, 1996).

En contraste con el control químico, el control cultural reduce gradualmente la cantidad de nematodos pero es relativo, porque un equilibrio económico conveniente no puede lograrse con el uso de una práctica, pero sí con una combinación de ellas.

El uso de materia orgánica como enmiendas de suelo es una buena estrategia para el manejo de *Meloidogyne* spp y otros nematodos fitoparásitos (Mian *et al*, 1982).

De acuerdo con Marbán-Mendoza *et al.*, (1989) algunas especies de leguminosas, como la *Cannavalia ensiformes* ejercen cierto control sobre *M. incognita* y *Nacobbus averrans* en plantas de tomate.

Rodríguez-Kabana *et al.*, (1989) sugieren que los nematodos también se pueden controlar aplicando Urea por arriba de 300 Kg/Ha.

En pruebas de laboratorio realizados por (Zavaleta *et al* 1987), comprobaron que la incorporación de col en el suelo era benéfico para el tomate, ya que los resultados obtenidos indicaron que las sustancias volátiles liberados por la col, causaron la inactivación del 75 % a 100 % de larvas de *M. incognita*.

El control de nematodos con el uso de la gallinaza tiene un efecto directo en la cantidad de estiércol incorporado al suelo. Badra *et al.* (1979), citados por Mian y Kábana (1982), reportaron que los ácidos grasos, fenoles, gases, etc., producidos durante la descomposición de la gallinaza tienen efectos nematicidas. La gallinaza, al ser incorporado en suelos infestados por fitonematodos no solo produce incrementos en altura en las plantas, materia

seca y peso de raíz, si no que también induce una mejoría en el rendimiento, Ruelo (1983).

Salgado *et al.* (1988), compararon los efectos de la incorporación de materiales orgánicos (estiércol y gallinaza), solarización y nematicida, observando mayores rendimientos en todos estos tratamientos en relación al testigo no tratado.

En pepino (*Cucurbita pepo*), Mian *et al.* (1982), observaron que la incorporación de la gallinaza a tasas mayores de 1.0 % indujo reducciones significativas en el índice de agallamiento así como el desarrollo de las poblaciones de *M. arenaria*.

2.2.10.2. Biológico

Este tipo de control es una de las alternativas más efectivas e inofensivas al medio ambiente. Existen diferentes agentes biológicos entre ellos algunos hongos que pueden limitar el incremento poblacional de los nematodos (Lara *et al.*, 1996).

Zavaleta-Mejia y Van Gundi (1986), inocularon 326 bacterias y 28 actinomycetes a plantas de tomate y pepino previamente inoculados con *Meloidogyne incógnita* y obtuvieron como resultado que el 31 % y 23 % de los aislamientos bacterianos, así como el 69 % de los actinomycetes provocaron un decremento de por lo menos el 10 % del índice de agallamiento y un incremento en el peso seco de la parte aérea en las plantas de tomate y pepino.

Yue et al., (1997), sugieren que la aplicación de extractos alcalinos del alga café (*Ascophyllum nodosum*) en el suelo cerca de las raíces de tomate, reduce significativamente el número de juveniles (J2) y la cantidad de huevecillos extraídos de las plantas tanto de *M. javanica* como de *M. incognita*.

Rao et al., (1997), trabajaron con *Trichoderma harzianum* y la pasta Neem (*Azadirachta indica*), solos o combinados, incorporados al suelo como manejo contra *M. incognita* en plantas de tomate. Los resultados obtenidos mostraron un incremento en el crecimiento de las plantas, así como una reducción del índice de agallamiento y un decremento de las poblaciones finales de *Meloidogyne incognita*. También observaron un incremento en la colonización de *Trichoderma harzianum* en las raíces de tomate, lo cual indica un efecto favorable de la enmienda de pasta Neem en el crecimiento de *Trichoderma harzianum*.

Rojas y Marbán (1999) probaron la adherencia y parasitismo de la bacteria *Pasteuria penetrans* en *M. incognita* y *M. arabicida* y de acuerdo a sus resultados suponen que la bacteria es más específica para *M. incognita* y concluyeron que *P. penetrans* puede ser considerado como un nematocida biológico.

2.2.10.3. Químico

Los nematicidas químicos, son los primeros que el hombre usa en el manejo de nematodos fitoparasitos, sin pensar en las consecuencias que trae consigo. En presiembra o al momento de la siembra, es necesario tratar al suelo para proteger las raíces de las plantas jóvenes si el área presenta poblaciones de nematodos.

Los tratamientos pueden ser aplicados como fumigantes incorporados al suelo en presiembra, incorporación granular al momento de la siembra, o aplicación del nematicida a través del riego en presiembra (Rohrbach, 1986, Caswell, 1988).

Los tratamientos con Bromuro de Metilo son más efectivos, pero su efecto ocurre más allá del lugar donde se aplica; ya que es un gas de alta toxicidad y daña la capa de ozono.

Investigaciones hechas en Hawai han mostrado que el sistema radicular debe ser protegido necesariamente durante un mínimo de seis meses.

La aplicación de nematicidas después de la siembra requiere de buenas condiciones de humedad en el suelo para promover su movimiento y que sea absorbido por la planta para garantizar su protección contra los nematodos fisiológicamente activos (Sarah, 1987).

2.3. Nematicidas usados en esta investigación

2.3.1. QL Agri 35 ®

Producto orgánico que contiene 350 g IAL de extracto de la planta Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) como ingrediente activo, compuesto por saponinas y sólidos, como polifenoles, sales y azúcares. Formulado como Concentrado Soluble. Clasificado en los rangos de toxicidad como categoría IV (ligeramente tóxico). Actúa por contacto e ingestión y sus propiedades nematicidas se atribuyen a una sinergia entre las saponinas y otros compuestos activos presentes en el extracto, como los taninos y los polifenoles. Tiene excelente control sobre nemátodos ectoparásitos y endoparásitos como: *Meloidogyne* spp, *Xiphinema index*, *Pratylenchus thornei*, *Paratylenchus* sp, *Tylenchulus semipenetrans* y otros. En vid la dosis de aplicación es de 25-30 LHa⁻¹, aplicar diluido en una concentración de 5000 ppm. Aplicar sobre suelo regado a capacidad de campo (www.basf.cl/agro).

2.3.2. Ditera ®

Nematicida biológico que actúa principalmente por contacto, cuyo ingrediente activo son sólidos de fermentación, seco y soluble del hongo *Myrothecium verrucaria*, cepa AARC-0255, (equivalente a 264 g de IAL). Es un producto ligeramente tóxico. Se recomienda que el producto sea usado inmediatamente después de preparada la mezcla o bien, no rebase un periodo mayor de 24 horas. El producto se aplica antes del brote de las raíces, a fin de proteger las raíces jóvenes del ataque de los nematodos.

2.3.3. Vydate L®

Insecticida y nematicida agrícola. Solución concentrada acuosa, cuyo ingrediente activo es Oxamil: Metil N N- Dimetil-N, equivalente a 232.8 g de IAL. Es un insecticida sistémico, soluble en agua, del grupo de los carbamatos que controla nemátodos e insectos barrenadores cuando se aplica al suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Experimento de invernadero

Se establecieron dos bioensayos en el invernadero de Nematología del Departamento de Parasitología Agrícola, con el propósito de evaluar la efectividad biológica de QL Agri 35, extracto de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), contra *M. incognita* con una y dos aplicaciones, el primero inicio en Julio y el segundo en el mes de Agosto del 2005, en plantas de tomate de la variedad Río Grande.

3.1.1. Inóculo

Una muestra de suelo infestado y raíces de tomate agallados por el nematodo *M. incognita* fueron traídos de un lote del campo Nuevo Caimanes, Cruz Elota, Sinaloa. Se procesaron las muestras de suelo y raíces para extraer la población tanto de hembras, machos, juveniles y huevecillos para después multiplicarlos en macetas con plantas de tomate variedad Río Grande y así obtener una población de J2 pura que sirvió de inóculo para el experimento.

3.1.2. Establecimiento del experimento

Primeramente en un semillero se pusieron a germinar semillas de tomate de la variedad Río Grande; de ahí cuando tenían las dos primeras hojas verdaderas se transplantó en vasos de unicel número 16, conteniendo 500 gramos de suelo estéril.

3.1.3. Diseño del experimento

Se procedió a establecer el experimento en un diseño completamente al azar, el diseño experimental constó de siete tratamientos y 10 repeticiones, obteniendo así un total de 70 repeticiones, siendo una maceta la unidad experimental.

3.1.4. Inoculación

Cinco días después del transplante, se inocularon las plantas de tomate con tres mililitros de solución contenido 1000 ± 30 juveniles del nematodo *M. incognita* agregada con una pipeta a cada maceta, nivel a la cual, de acuerdo a un estudio sobre patogenecidad de *M. incognita*, causa daños de agallamiento en pepino (Krishnaveni, 2003). Después de la inoculación se procedió a dar un ligero riego para que los nematodos se dispersaran por el área de las raíces. Siete semanas (50 días) después de la inoculación se procedió a evaluar el peso del follaje (cortando la planta de tomate), el peso de la raíz (sacando las raíces) y porcentaje de agallamiento (lavando las raíces y haciendo un análisis visual).

3.1.5. Tratamientos

Las dos únicas aplicaciones de los tratamientos se llevaron a cabo a intervalos de 15 días, una antes de la inoculación y la otra a los 15 días después de inoculado. Los tratamientos fueron: 1) QL 5000 ppm (1) + inóculo (QL1CN), 2) QL 5000 ppm (2) + inóculo (QL2CN), 3) QL 5000 ppm (1) sin inóculo (QL1SN), 4) QL 5000 ppm (2) sin inóculo (QL2SN), 5) Vydate 50 ppm (2) + inóculo (Vy2CN), 6) Testigo + inóculo (TeCN), 7) Testigo sin inóculo (TeSN) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tratamientos a evaluar. Evaluación de la efectividad biológica del nematocida QL Agri 35® (*Q. saponaria*) para el control de *M. incognita* en tomate en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

Tratamiento	Dosis	Inóculo	Aplicación
1. QL Agri 35 (1) + inóculo	*5000 ppm	1000 J2	Una vez
2. QL Agri 35 (2) + inóculo	5000 ppm	1000 J2	Dos veces
3. QL Agri 35 (1) sin inóculo	5000 ppm	sin inóculo	Una vez
4. QL Agri 35 (2) sin inóculo	5000 ppm	sin inóculo	Dos veces
5. Vydate L (2) + inóculo	** 50 ppm	1000 J2	Dos veces
6. Testigo + inóculo	—	1000 J2	—
7. Testigo absoluto	—	—	—

*QL Agri 35 a una dosis de 5000 ppm = 14 mililitros de producto comercial diluido en 1 litro de agua y aplicado a las diez repeticiones de cada tratamiento.

** Vydate a una dosis de 50 ppm = 1,9 mililitros de producto comercial diluido en un litro de agua y aplicado en las diez repeticiones del tratamiento.

(1) = aplicado una sola vez

(2) = aplicado dos veces

3.1.6. Variables a evaluar

3.1.6.1. Peso del follaje

Se llevo a cabo a los 50 días después de la inoculación, cuando las macetas se encontraba a una humedad por debajo de la capacidad de campo, se procedió a cortar la planta a nivel de cuello, se compactó todo el follaje y se pesó en una balanza.

3.1.6.2. Peso de la raíz

Una vez cortado el follaje se sacaron las raíces de las macetas y se lavaron con agua corriente, se secaron y se pesaron en una balanza.

3.1.6.3. Porcentaje de agallamiento

Para esta variable se realizó una evaluación visual y después, en base al índice de agallamiento y referencias de material evaluado con los diferentes niveles de porcentaje de agallamiento, se saco los resultados de los tratamientos teniendo así el porcentaje.

3.1.6.4. Análisis de datos

Los datos de las variables evaluados se procesaron en el programa Statical Analisys System (SAS), para determinar el mejor tratamiento. Se hicieron análisis de varianza y comparación de medias por la prueba de Tukey al 95 % de confiabilidad.

3.2. Experimento de campo

3.2.1. Ubicación del experimento

Esta investigación se realizó en un lote infestado con el nematodo agallador *M. incógnita*, lote perteneciente al campo Bella Vista, propiedad de la Agrícola Tarriba S.A. de C.V., ubicado en el municipio de Cruz Elota, Sinaloa. Este se localiza en la parte media suroccidental del estado de Sinaloa, entre los meridianos 106° 27' 00" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y entre los paralelos 23°49'07" y 24°24'12" de latitud norte.

Limita al norte con los municipios de Cosalá y Culiacán; al sur con el municipio de San Ignacio; al este con los municipios de Cosalá y San Ignacio y al oeste con el Océano Pacífico (Golfo de California). Su altitud varía desde la costa hasta una altura de 1131 metros sobre el nivel del mar, en la sierra de Conitaca. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 105 kilómetros.

Morfología

El municipio está compuesto por sierras de poca elevación, como la sierra de Tacuichamona que se localizan, fundamentalmente, en la parte norte. La parte central presenta pequeñas ondulaciones y el resto lo componen valles y planicies costeras.

Hidrología

Una de las corrientes hidrológicas del municipio es el río Elota que nace en la Sierra Madre Occidental en el estado de Durango; único río dentro del municipio, que penetra al estado de Sinaloa por la porción sur del municipio de Cosalá, tocando en su recorrido al municipio de Elota y desembocando en el golfo de California.

Clima

El clima es de tipo tropical lluvioso en verano, con épocas de sequías muy notables. La temperatura media anual es de 25 °C, con una máxima de 41 °C y una mínima de 3 °C.

La precipitación pluvial al año es de 729 milímetros. Los vientos dominantes se dirigen hacia el sur a una velocidad promedio de dos metros por segundo.

Edafología

En lo que respecta a las características y uso del suelo en el municipio de Elota predominan los suelos vertizol y regosol y en menor medida litosol y feozem.

Uso del suelo

La extensión territorial del municipio de Cruz Elota es de 151, 815 hectáreas de las cuales se utilizan 21, 420 hectáreas para cultivos de riego, 45, 721 de temporal, 36, 276 hectáreas para ganadería, 36, 978 hectáreas de actividad forestal y 11, 420 hectáreas para otros usos, todo esto como sector primario ocupa el 53. 83 % de la extensión territorial.

3.2.2. Época de aplicación

La evaluación del trabajo consistió de dos partes las cuales fueron desarrolladas paralelamente. La primera parte de la investigación se tomó como un estudio previo y se llevó a cabo en el ciclo hortícola otoño-invierno (entre los meses de diciembre del 2003 a febrero del 2004) y la segunda parte del estudio fue en el ciclo hortícola primavera-verano (entre los meses de enero y marzo del 2005).

3.2.3. Tratamientos

Para llevar a cabo la aplicación de los diferentes tratamientos en la primera parte del experimento se elaboraron manifules los cuales permitieron delimitar cada parcela experimental y a la vez comunicarlas todas entre sí. Las aplicaciones de los diferentes tratamientos se hizo a intervalos de cero, siete y 15 días, se realizaron de manera descendente para evitar el traslape de algún tratamiento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Primera evaluación de efectividad biológica del nematicida QL Agri 35® (*Quillaja saponaria*) para el control de *M. incógnita* en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum*) en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

Tratamiento	Dosis L.ha ⁻¹	No. aplicaciones	Intervalo aplic.
1. QL Agri 35	10.0 L	1	0 días
2. QL Agri 35	5.0 L	2	15 días
3. QL Agri 35	10.0 L	8	7 días
4. Ditera	5.0 L	8	7 días
5. Vydate L	5.0 L	8	7 días
6. Testigo	—	—	—

En la segunda parte del experimento la aplicación se realizó con mochila de aspersión conectado a la manguera del sistema de riego por goteo, delimitando en cada tratamiento. Se realizaron tres aplicaciones a intervalos de 15 días, de manera descendente para evitar el traslape de algún tratamiento. En esta ocasión solo se aplicaron los nematocidas QL Agri 35, y Vydate, como testigo regional a la dosis indicada debido a que en el primer experimento se observó que Ditera y Vydate dieron resultados similares. Se diluyeron en 10 L de agua en la mochila aspersora (Cuadro 3).

Cuadro 3. Segunda evaluación de efectividad biológica del nematocida QL Agri 35® (*Quillaja saponaria*) para el control de *M. incógnita* en tomate (*Lycopersicum esculentum*) en la Cruz de Elota, Sinaloa, México.

Tratamiento	Ingrediente activo	Formulación	Dosis L.ha ⁻¹
1. QL Agri 35	<i>Quillaja saponaria</i>	CS	10.0 L
2. QL Agri 35	<i>Quillaja saponaria</i>	CS	15.0 L
3. QL Agri 35	<i>Quillaja saponaria</i>	CS	20.0 L
4. Vydate L	<i>Oxamyl</i>	SCA	5.0 L
5. Testigo	—	—	—

**Litros de producto formulado por hectárea; CS=Concentrado soluble; SCA= Solución concentrada acuosa

3.2.4. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en el estudio previo fue en bloques completos al azar, el área experimental constó de cinco tratamientos con dos repeticiones, cada parcela experimental fue de tres surcos de 10 metros de largo con una separación de ancho de 1.80 metros entre surcos.

En el segunda parte también se utilizó bloques completos al azar, el área experimental constó de cuatro tratamientos con cuatro repeticiones, cada parcela experimental fue de cuatro surcos por 10 metros de largo y 1.80 metros de ancho entre surcos.

3.2.5. Muestreo de suelo

En el primer y segundo experimento se realizaron cuatro muestreos a intervalos de 21 días (Cuadro 4) y 15 días (Cuadro 5). Se sacaron cuatro muestras compuestas por tratamiento, dos por repetición de 500 gramos cada una. Para la toma de muestras se marcó un punto en cada uno de los surcos para evitar tomar muestras de áreas diferentes.

Una vez etiquetados las muestras, se trasladaron al laboratorio de Nematología del Departamento de Parasitología Agrícola para ser procesados, obtener y contar la población de juveniles J2. Se tomaron 100 g de suelo lo cual se disolvieron en tres litros de agua para formar una suspensión posteriormente se utilizó la técnica de Tamizado de Cobb y centrifugado para obtener a los J2 las cuales se recolectaron 30 mililitros de solución en vasos desechables.

Cuadro 4. Muestreo de suelo (experimento 1)

Frecuencia de muestreo	Fecha de muestreo	Actividad
Previo a la aplicación	22/DIC/03	Muestreo previo y aplicación
21 días	13/ENE/04	Segundo muestreo y aplicación
42 días	03/FEB/04	Tercer muestreo y aplicación
62 días	24/FEB/04	Cuarto muestreo y aplicación

Cuadro 5. Muestreo de suelo (experimento 2)

Frecuencia de muestreo	Fecha de muestreo	Actividad
Previo a la aplicación	25/FEB/05	Muestreo previo y aplicación
15 días	10/MAR/05	Segundo muestreo y aplicación
30 días	25/MAR/05	Tercer muestreo y aplicación
45 días	10/ABR/05	Cuarto muestreo y aplicación

3.2.6. Variables evaluados

3.2.6.1. Conteo de la población de Juveniles (J2)

Para el conteo de Juveniles J2 de *M. incognita*, de ambos experimentos se utilizó una caja contadora de nematodos agregándole tres mililitros de la muestra de extracción y en un microscopio compuesto (10 X) se contaron.

3.2.6.2. Rendimiento

En el primer experimento como trabajo previo también se evaluó la altura de las plantas, rendimiento y calidad. Para medir la altura se realizaron cuatro evaluaciones semanales, etiquetando diez plantas del surco central de cada tratamiento, cinco por repetición. En el caso de rendimiento y calidad se tomaron todos los frutos del surco central de cada tratamiento por repetición, esta se evaluó en número de frutos por hectárea. Se realizó cuatro evaluaciones para el rendimiento de frutos.

3.2.6.3. Índice de agallamiento

Se realizó al final en ambos experimentos, sacando todas las plantas del surco central de cada tratamiento por repetición, se elaboró una escala en base a la escala de Taylor para determinar el porcentaje de agallas de cada una de las plantas por tratamiento y el porcentaje por tratamiento.

Cuadro 6. Escala visual para evaluar el grado de agallamiento en raíz causado por *Meloidogyne incógnita* en el cultivo de tomate. Propuesta por Taylor & Sasser (1978).

Índice	Descripción
0	Raíz sana 0% de agallamiento
1	Raíz con 1-10.0 % de agallamiento
2	Raíz con 10.1-20.0% de agallamiento
3	Raíz con 20.1-60.0% de agallamiento
4	Raíz con 60.1-80.0% de agallamiento
5	Raíz con 80.1 – 100% de agallamiento

3.2.6.4. Factor de reproducción

FR = Población inicial / Población final.

Eficacia de control (formula de Abbot)

$$\% \text{ Eficacia} = IT - it$$

$$\text{-----} \times 100$$

$$IT$$

Donde:

% Eficacia = Porcentaje de eficacia

IT = Infección en el testigo

it= Infección en el tratamiento

3.2.6.5. Análisis estadístico

Los datos de las variables evaluados en el conteo de la población de nematodos juveniles (J2), índice de agallamiento y producción se procesaron en el programa Statical Analisis System (SAS), para correr y determinar el mejor tratamiento. Se hicieron análisis de varianza y comparación de medias por las pruebas de Tukey al 95 % de confiabilidad

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Experimento de invernadero

4.1.1. Bioensayo 1

4.1.1.1 Peso del follaje

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos sobre el peso del follaje en tomate

Tratamiento	Dosis	Peso del follaje/g	Comparación ($\alpha=0.05$)
1- QL Agri 35 (1) + inóculo	5000 ppm	61.600	ab*
2. QL Agri 35 (2) + inóculo	5000 ppm	63.700	ab
3. QL Agri 35 (1) sin inóculo	5000 ppm	61.500	ab
4. QL Agri 35 (2) sin inóculo	5000 ppm	73.900	a
5. Vydate (2) + inóculo	50 ppm	60.600	ab
6. Testigo + inóculo	—	51.700	b
7. Testigo absoluto	—	57.600	ab

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey.
La media de los tratamientos representa el promedio de 10 repeticiones

El comportamiento de los tratamientos respecto al peso del follaje no se tuvo diferencias estadísticas entre tratamientos (ver cuadro 1 del apéndice), todos los tratamientos fueron superiores al testigo absoluto. El mejor tratamiento fue QL Agri 35 (2) sin inóculo con un promedio de 73.9 g de peso del follaje. Los tratamientos QL Agri 35 (1)+ inóculo, QL Agri 35 (2)+ inóculo, QL agri 35 (1) sin inóculo y Vydate (2) + inóculo con un promedio de 61.6, 63.7, 61.5 y 60.6 g de peso de follaje forman una agrupación estadísticamente iguales junto con el testigo absoluto con 57.6 g de peso de follaje pero diferentes al testigo + inóculo con 51.7 g de peso.

4.1.1.2. Peso de la raíz

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre el peso de la raíz de tomate.

Tratamiento	Dosis	Peso de raíz/g	Comparación ($\alpha=0.05$)
1. QL Agri 35 (1) + inóculo	5000 ppm	25.100	a*
2. QL Agri 35 (2) + inóculo	5000 ppm	25.200	a
3. QL Agri 35 (1) sin inóculo	5000 ppm	25.800	a
4. QL Agri 35 (2) sin inóculo	5000 ppm	38.400	a
5. Vydate L (2) + inóculo	50 ppm	25.600	a
6. Testigo + inóculo	—	23.900	a
7. Testigo absoluto	—	31.700	a

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representa el promedio de 10 repeticiones

El comportamiento de los tratamientos respecto al peso de la raíz muestra lo siguiente: el análisis de varianza indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 2 del apéndice), pero numéricamente el mejor tratamiento fue QL Agri 35 (2) sin inóculo con un promedio de 38.4 g de peso de la raíz comparado con el testigo absoluto con promedio de 31.7 g. QL Agri 35 (1) + inóculo, QL Agri 35 (2) + inóculo, QL Agri (1) sin inóculo con 25.1, 25.2 y 25.8 g de peso de raíz, fueron numéricamente similares a Vydate L (2) + inóculo con 25.6 g de peso de raíz, pero diferente al testigo + inóculo con 23.9 g de peso de raíz.

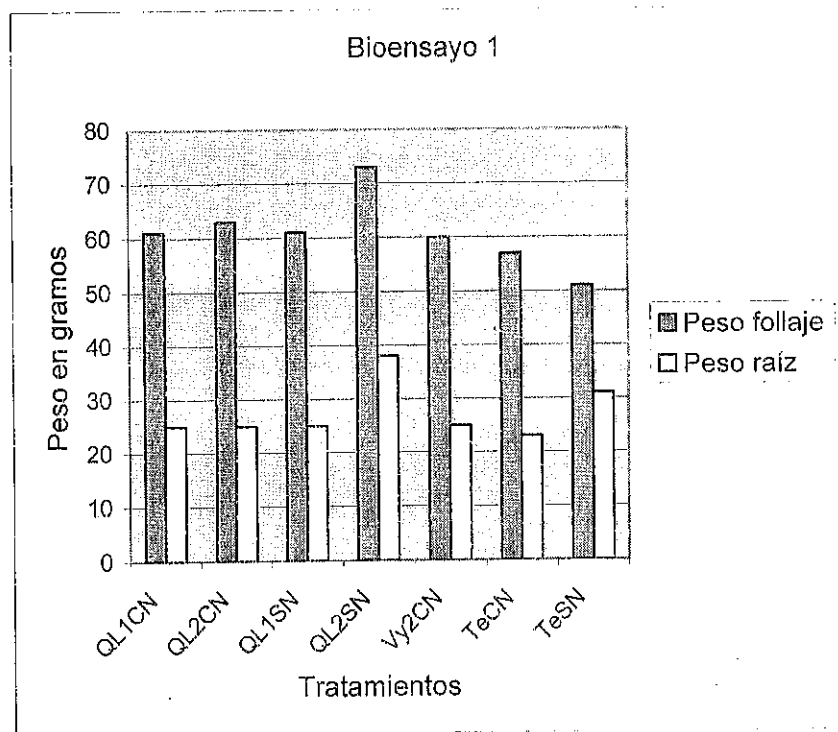


Fig 1. Efecto de los tratamientos para evaluar el peso del follaje y peso de la raíz bajo invernadero del bioensayo uno

4.1.1.3. Porcentaje de agallamiento

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de agallamiento en tomate.

Tratamiento	Dosis	Porcentaje de agallamiento %	Comparación con ($\alpha=0.05$)
1. QL Agri 35 (1) + inóculo	5000 ppm	23.500	a*
2. QL Agri 35 (2) + inóculo	5000 ppm	15.500	ab
3. QL Agri 35 (1) sin inóculo	5000 ppm	0.000	—
4. QL Agri 35 (2) sin inóculo	5000 ppm	0.000	—
5. Vydate L (2) + inóculo	50 ppm	2.000	bc
6. Testigo + inóculo	—	23.000	a
7. Testigo absoluto	—	0.000	c

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representa el promedio de 10 repeticiones

En cuanto al comportamiento de los tratamientos que fueron inoculados con una población de 1000 Juveniles (J2) los resultados indican, respecto al porcentaje de agallamiento, que existió diferencia significativa (Cuadro 3 del apéndice). El mejor tratamiento fue Vydate (2) + inóculo con un 2.0 % de agallamiento comparado con el testigo + inóculo con un 23.0 % de agallamiento. Sin embargo el tratamiento QL agri 35 (2) + inóculo presento un efecto bueno con un promedio de 15.5 % de agallamiento comparado con el testigo + inóculo. El tratamiento QL Agri 35 (1) + inóculo forma una agrupación similar al testigo + inóculo con promedios de 23.5 % y 23.0 % de agallamiento.

Al probar la adicción de QL Agri 35 (extracto de quillay *Quillaja saponaria* Mol.), sobre plantas de tomate sin inóculo e inoculados con larvas J2 de *M. incógnita* con el propósito de observar su eficacia en control de la población, y sus efectos sobre el agallamiento, se observó que las plantas tratadas con QL Agri 35 desarrollaron una gran cantidad de raíces y raicillas llenos de pelos absorbentes, la cual se reflejaba en la parte del tallo y follaje con un aspecto vigoroso y frondoso.

En contraste con lo reportado por Magunacelaya *et al.*, (2003) donde en un experimento realizado obtuvieron menor peso aéreo de tomate con 5000 y 10,000 ppmde QL Agri 35 que en el testigo sin aplicación, mientras que el peso de raíz fue mayor con las aplicaciones de QL Agri 35 comparado con el testigo, lo cual promovió un buen crecimiento radical.

Para corroborar los resultados del ensayo en invernadero se realizó una segunda repetición del experimento y los resultados obtenidos en este fueron muy similares al primero, por lo tanto solo se agregan los resultados.

4.1.2. Bioensayo 2

4.1.2.1. Peso de follaje

Cuadro 10. Efecto de los tratamientos sobre el peso del follaje en tomate

Tratamiento	Dosis	Peso del follaje/g	Comparación ($\alpha=0.05$)
1. QL Agri 35 (1) + inóculo	5000 ppm	49.400	b*
2. QL Agri 35 (2) + inóculo	5000 ppm	54.600	ab
3. QL Agri 35 (1) sin inóculo	5000 ppm	49.900	b
4. QL Agri 35 (2) sin inóculo	5000 ppm	61.000	a
5. Vydate L (2) + inóculo	50 ppm	48.400	b
6. Testigo + inóculo	—	37.300	c
7. Testigo absoluto	—	46.100	bc

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representan el promedio de 10 repeticiones.

4.1.2.2. Peso de raíz

Cuadro 11. Efecto de los tratamientos sobre el peso de la raíz en tomate

Tratamiento	Dosis	Peso de raíz/g	Comparación ($\alpha=0.05$)
1. QL Agri 35 (1) + inóculo	5000 ppm	16.100	bc*
2. QL Agri 35 (2) + inóculo	5000 ppm	18.300	ab
3. QL Agri 35 (1) sin inóculo	5000 ppm	14.000	bc
4. QL Agri 35 (2) sin inóculo	5000 ppm	25.000	a
5. Vydate L (2) + inóculo	50 ppm	13.300	bc
6. Testigo + inóculo	—	9.400	c
7. Testigo absoluto	—	12.200	bc

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representan el promedio de 10 repeticiones.

4.1.2.3. Porcentaje de agallamiento

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de agallamiento en tomate

Tratamiento	Dosis	% de agallamiento	Comparación ($\alpha=0.05$)
1. QL Agri 35 (1) + inoculo	5000 ppm	27.000	a
2. QL Agri 35 (2) + inoculo	5000 ppm	13.500	ab
3. QL Agri 35 (1) sin inoculo	5000 ppm	0.000	c*
4. QL Agri 35 (2) sin inoculo	5000 ppm	0.000	c
5. Vydate L (2) + inoculo	50 ppm	0.800	bc
6. Testigo + inoculo	—	23.000	a
7. Testigo absoluto	—	0.000	c

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey.
La media de los tratamientos representan el promedio de 10 repeticiones.

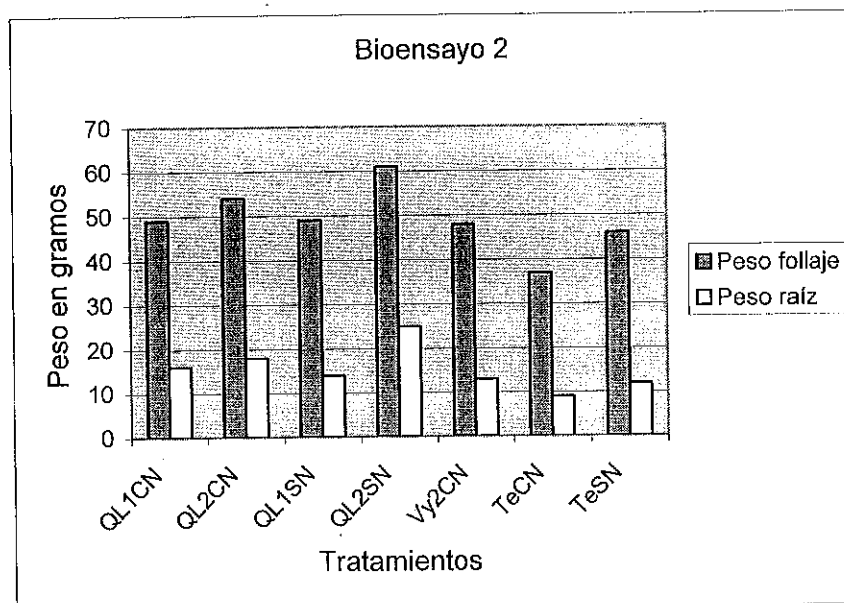


Fig 2. Efecto de los tratamientos para evaluar el peso del follaje y peso de la raíz bajo invernadero del bioensayo dos

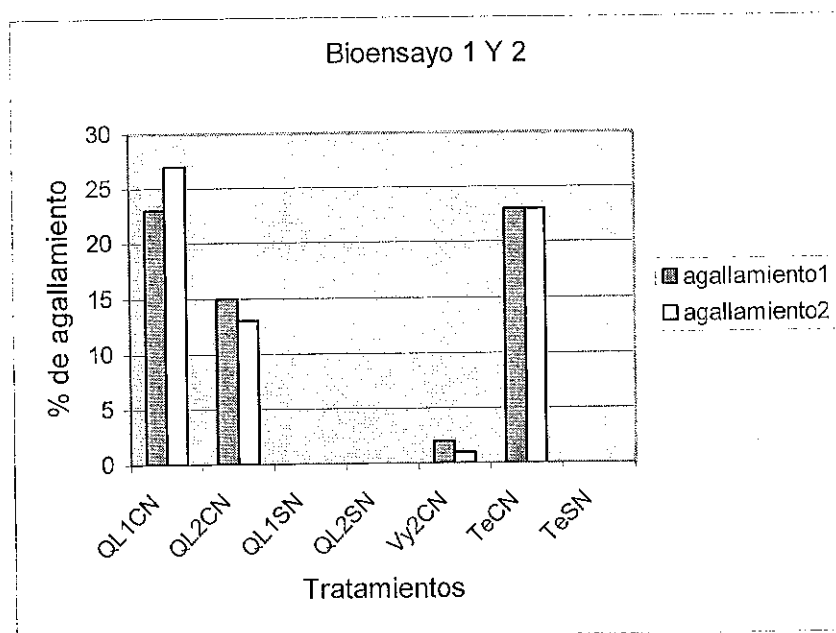


Fig 3. Efecto de los tratamientos para evaluar el porcentaje de agallamiento del bioensayo uno y dos bajo invernadero

4.2. Experimento de campo

4.2.1. Experimento 1

4.2.1.1. Conteo de población de nematodos juveniles (J2).

Cuadro 13. Comparación de medias del número de (J2) de *M. incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente al muestreo previo (0 DAA) en La Cruz Elota, Sinaloa, México, 2005.

Tratamiento	Dosis.ha ⁻¹	No J2/100g de suelo	Comparación ($\alpha=0.05$)
1. QL Agri 35	10 L	5623	a*
2. QL Agri 35	5 L	5228	a
3. QL Agri	10 L	4700	a
4. Ditera	5 L	8168	a
5. Vydate L	5 L	6673	a
6. Testigo	—	5565	a

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representan el promedio de dos repeticiones.

Al realizar el muestreo previo a la aplicación de tratamientos, no se detectaron diferencias estadísticas entre las unidades experimentales, según el análisis de varianza (Cuadro 7 del apéndice), llevándose a cabo la primera aplicación con una distribución más o menos uniforme de la población de nematodos en el sitio experimental.

Cuadro 14. Comparación de medias del número de (J2) de *M. incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la primera evaluación (21 DDA) en La Cruz de Elota, Sinaloa, México. 2005.

Tratamiento	Dosis L.ha ⁻¹	No J2/100 g de suelo	Comparación (d=0.05)	% Eficacia Abbott
1. QL Agri 35	10 L	867.5	a*	68.0
2. QL Agri 35	5 L	2147.5	a	20.8
3. QL agri 35	10 L	1570.0	a	42.1
4. Ditera	5 L	615.0	a	77.3
5. Vydate L	5 L	502.5	a	81.4
6. Testigo	—	2712.5	a	—

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representan el promedio de dos repeticiones.

En la primera evaluación no se detectaron diferencias estadísticas entre las unidades experimentales (Cuadro 8 del apéndice) observándose en la prueba de Tukey (Cuadro 14) que todos los tratamientos nematicidas ejercen un control estadísticamente igual; sin embargo, sobresale numéricamente Vydate a una dosis de 5.0 L/ha con una eficacia de 81.4 % y una media de (J2)/100 g de suelo de 502.5 individuos, considerándose a este como el mejor tratamiento, sin embargo, Ditera 5 L.ha también fue mejor junto con el tratamiento QL Agri 35 10 L.ha aplicado una sola vez con eficacias del 77.3 % y 68.0 % con medias de 615.0 y 867.5 individuos de (J2)/100 g de suelo.

Cuadro 15. Comparación de medias del número de (J2) de *M. incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la segunda evaluación (41 DDA) en La Cruz de Elota, Sinaloa, México. 2005.

Tratamiento	Dosis.ha ⁻¹	No J2/100 g De suelo	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% Eficacia Abbott
1. QL Agri 35	10 L	47.50	a*	78.1
2. QL Agri 35	5 L	192.50	a	10.6
3. QL Agri 35	10 L	40.00	a	81.3
4. Ditera	5 L	110.00	a	48.8
5. Vydate L	5 L	95.00	a	55.8
6. Testigo	—	215.00	a	—

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representan el promedio de dos repeticiones.

A los 41 días después de la primera aplicación al realizar el análisis de varianza indico que no existió diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 9 del apéndice), observandose en la prueba de Tukey (ver cuadro 15) la cual muestra que el efecto de los tratamientos nematicidas es estadísticamente similar, pero numéricamente diferente, siendo el mejor tratamiento QL Agri 35 con ocho aplicaciones a dosis de 10 L.ha⁻¹ tuvo una eficacia de control del 81.3 % muy similar al tratamiento QL Agri 35 10 L.ha⁻¹ aplicado una sola vez. Por otra parte, el tratamiento testigo regional Vydate L a dosis de 5.0 L.ha⁻¹, presentó una eficacia buena respecto a las dos dosis evaluadas de QL Agri 35 con 55.8% y un promedio de (J2)/100 g de suelo de 95.0 individuos.

En general, los resultados indican que QL Agri 35 es un producto que reduce significativamente las poblaciones del nematodo agallador *M. incognita* en el cultivo de tomate, ya que en comparación con el testigo absoluto el número promedio de (J2)/100 g de suelo es cinco veces mayor.

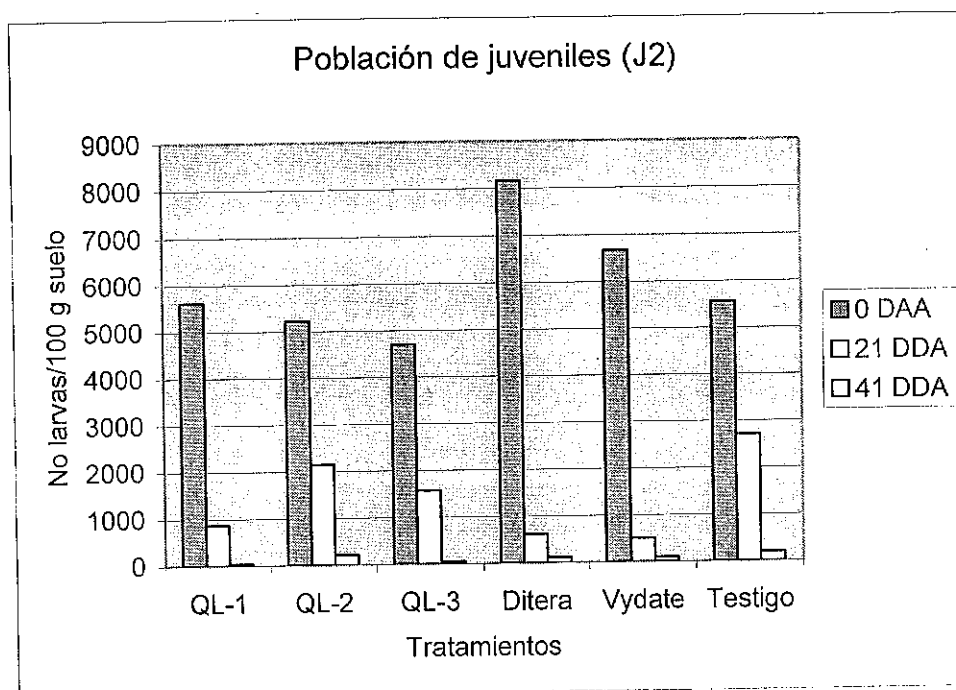


Fig 4. Conteo de la población de juveniles J2 en número de larvas por cada 100g de suelo del primer experimento en campo

4.2.1.2. Rendimiento

En rendimiento el número de frutos.ha⁻¹ de acuerdo a las categorías en que se seleccionaron, el tratamiento QL-3 fue el que presentó el mayor rendimiento en las diferentes categorías, así como en el promedio general, seguido por los tratamientos Vydate, Ditera y QL-2, con un promedio de 120.0, 84.5 83.1 y 81.8 mil frutos.ha⁻¹ respectivamente. A pesar de que todos los tratamientos son superiores al testigo, estadísticamente no se tienen diferencias significativas.

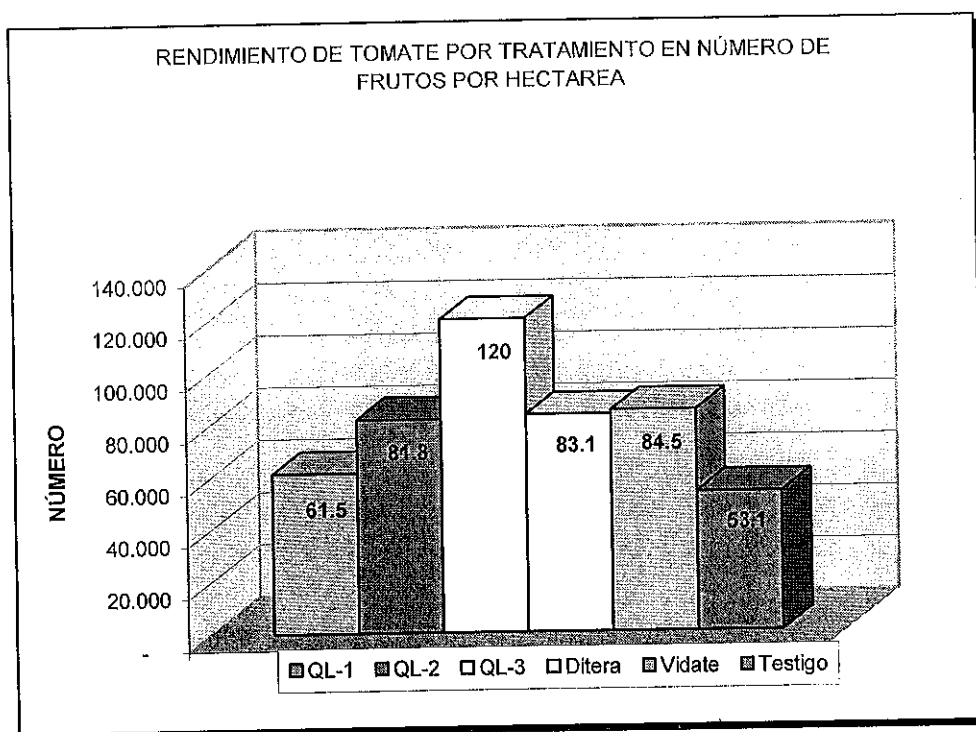


Fig 5. Rendimiento de tomate por tratamiento en número de frutos por hectárea del primer experimento en campo

En cuanto al rendimiento en toneladas por hectárea y de acuerdo a las categorías en que se seleccionaron, se puede observar que el comportamiento de los tratamientos en las repeticiones, así como en el promedio general es similar en cuanto al rendimiento en número de frutos. Destacando el tratamiento QL-3 seguido por Vydate, Ditera y QL-2 con un promedio general de 13.8, 10.2, 9.5 y 9.4 T.ha⁻¹ respectivamente. No existió diferencia significativa entre tratamientos, pero todos son superiores al testigo el cual tuvo un promedio de 6.2 toneladas.

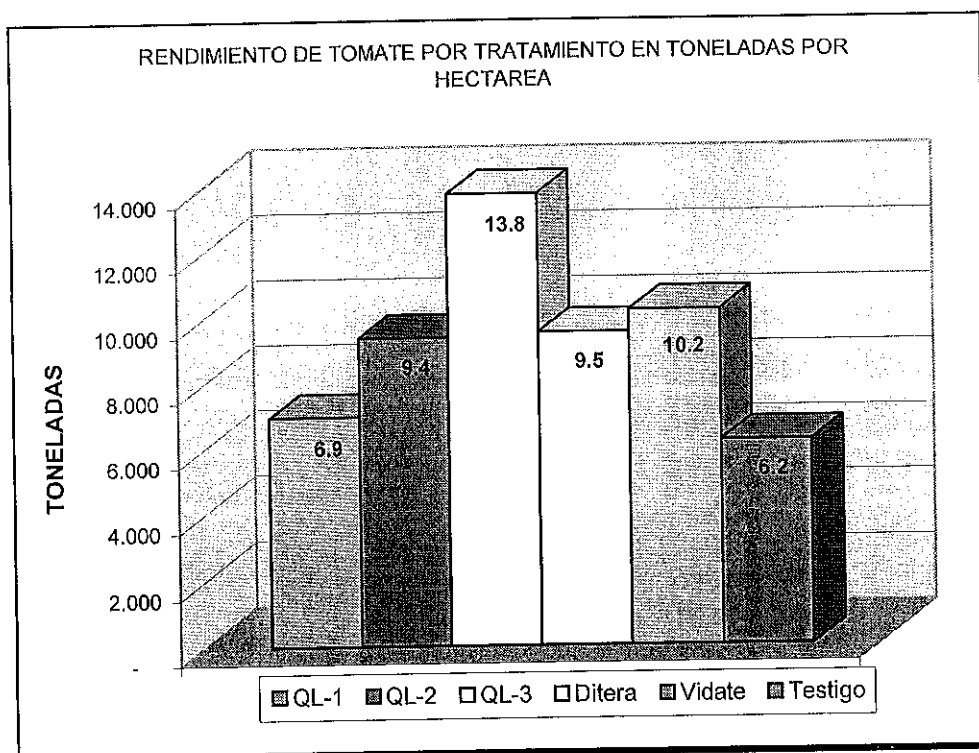


Fig 6. Rendimiento de tomate por tratamiento en toneladas por hectárea del primer experimento en campo

4.2.1.3. Índice de agallamiento

El comportamiento de los tratamientos en cuanto al agallamiento no fue constante en ambas repeticiones. Sin embargo, en el resultado final el tratamiento testigo fue el que presentó mayor porcentaje de agallamiento con un 61.3% y los tratamientos que mejor se comportaron con menor porcentaje fueron Vydate y QL-3 con 44.5 y 44.9 % respectivamente.

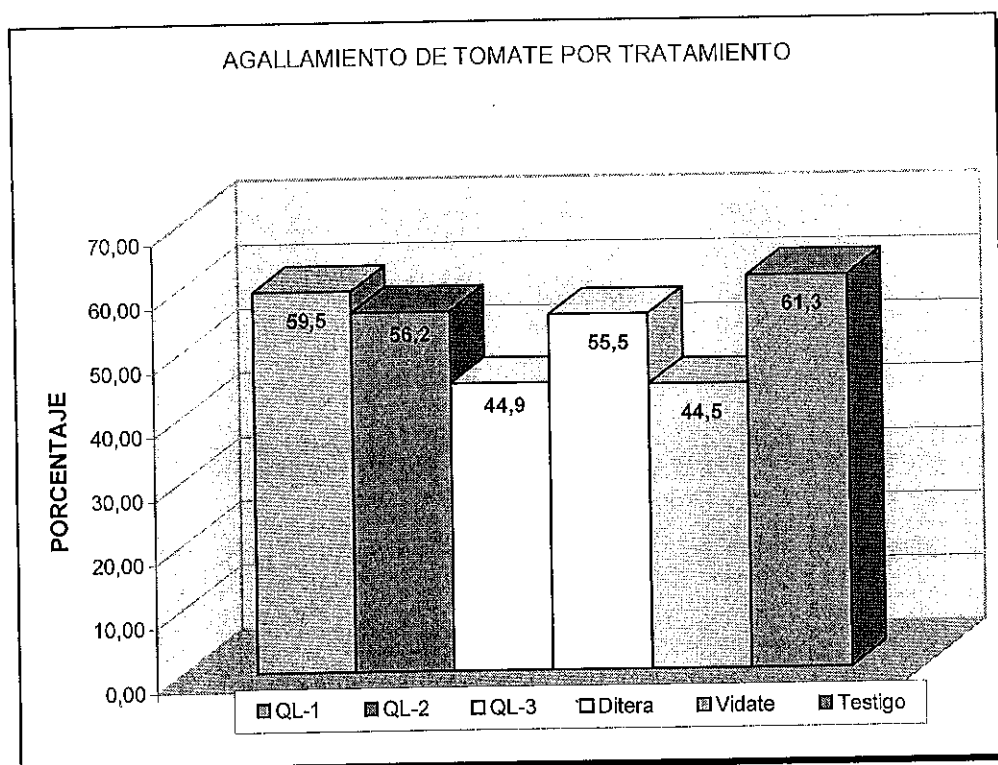


Fig 7. Porcentaje de agallamiento por tratamiento en el cultivo de tomate del primer experimento en campo

4.2.2. Experimento 2

4.2.2.1. Conteo de la población de nematodos juveniles (J2).

El conteo de población de juveniles (J2) /100 g de suelo previo a la primera aplicación de los tratamientos, no se detectaron diferencias estadísticas entre las unidades experimentales, según el análisis de varianza (Cuadro 10 del apéndice), llevándose acabo la primera aplicación, con una distribución uniforme de los nematodos en el sitio experimental.

Primera evaluación y segunda aplicación de productos nematicidas.

Cuadro 16. Comparación de medias del número de (J2) de *Meloidogyne incógnita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la evaluación de la primera aplicación en La Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.

Tratamiento	Dosis.ha ⁻¹	No. de J2/ 100 g de suelo	Comparación ($\alpha=0.05$)	% eficacia Abbott
1. QL Agri 35	10 L	204.75	a*	56.32
2. QL Agri 35	15 L	204.25	a	56.43
3. QL Agri 35	20 L	121.00	a	74.19
4. Vydate L	5 L	224.00	a	52.21
5. Testigo	—	468.75	b	—

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey
La media de los tratamientos representan el promedio de cuatro repeticiones.

En la primera evaluación se detectaron diferencias estadísticas entre las unidades experimentales (Cuadro 11 del apéndice) observándose en la prueba de Tukey (Cuadro 16) que todos los tratamientos ejercen un control estadísticamente igual; sin embargo, sobresale numéricamente el QL Agri 35 a dosis de 20.0 L.ha⁻¹ con una eficacia de 74.19% y una media de (J2) / 100 g de suelo de 121 individuos comparado con el testigo regional Vydate que fue de 52.21 % de eficacia y una media de 224 juveniles en 100 g /de suelo , considerando al primero como el mejor tratamiento. Por su parte, las dosis de 15.0 L.ha⁻¹ y 10.0 L.ha⁻¹ de QL Agri 35, presentaron una eficacia de 56% superior al testigo regional Vydate L a dosis de 5.0 L.ha⁻¹ con 52.21% y una media estadística de (J2)/100 g de suelo de 224 individuos. En cuanto al testigo absoluto se refiere presentó una media de (J2)/100 g de suelo de 468.75 individuos para esta primera evaluación.

Segunda evaluación y tercera aplicación de productos nematicidas.

Cuadro 17. Comparación de medias del número de (J2) de *M. incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la segunda evaluación en La Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.

Tratamiento	Dosis L.ha ⁻¹	No. de J2/ 100 g de suelo	Comparación ($\alpha=0.05$)	% Eficiencia Abbott
1. QL Agri 35	10 L	193.75	a*	66.23
2. QL Agri 35	15 L	167.25	a	70.85
3. QL Agri 35	20 L	100.25	a	82.53
4. Vydate L	5 L	234.00	a	59.22
5. Testigo	—	573.75	b	—

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representan el promedio de cuatro repeticiones.

El análisis de varianza de la segunda evaluación indica que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 12 del apéndice), por lo que se realizó la prueba de Tukey (cuadro 17) la cual muestra que el efecto de los tratamientos nematicidas es estadísticamente similar, pero numéricamente diferente, siendo el mejor tratamiento para el control de la plaga con QL Agri 35 a dosis de 20.0 L/ha⁻¹ con un control de 82.53% comparado con el testigo regional Vydate a dosis de 5 L/ha⁻¹ que tuvo una eficacia de 59.22 %. En cuanto a la dosis intermedia y baja de QL Agri 35 para este estudio 15.0 L/ha⁻¹ y 10.0 L/ha⁻¹, presentaron eficacias de control aceptables (70.85% y 66.23%) comparado con el testigo absoluto.

Por su parte el tratamiento testigo regional Vydate L a dosis de 5.0 L.ha⁻¹, presentó una eficacia menor respecto a las tres dosis evaluadas de QL Agri 35 con 59.22% y un promedio de (J2)/100 g de suelo de 234 individuos.

En general, los resultados indican que QL Agri 35 es un producto orgánico con propiedades nematocida que reduce significativamente las poblaciones del nematodo agallador *Meloidogyne* spp. en el cultivo de tomate, ya que en comparación con el testigo absoluto el número promedio de (J2)/100 g de suelo es cinco veces mayor.

Tercera evaluación.

Cuadro 18. Comparación de medias del número de (J2) de *Meloidogyne incógnita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la tercera evaluación en La Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.

Tratamiento	Dosis L.ha ⁻¹	No de J2/ 100 g de suelo	Comparación ($\alpha=0.05$)	% Eficacia Abbott
1. QL Agri 35	10 L	157.25	ab	78.19
2. QL Agri 35	15 L	124.50	a*	82.73
3. QL Agri 35	20 L	87.50	a	87.86
4. Vydate L	5 L	226.50	b	68.58
5. Testigo	—	721.00	c	—

*Testigo con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey
La media de los tratamientos representan el promedio de cuatro repeticiones.

A los 15 días después de la tercera aplicación se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 13 del apéndice), observándose en la prueba de comparación de medias de Tukey (Cuadro 18) en donde se observa que el tratamiento de QL Agri 35 a dosis de 20.0 L.ha⁻¹ y 15.0L.ha⁻¹ ejercen un control altamente satisfactorio de la plaga, con eficacias de 87.86% y 82.73% y una media de número de (J2)/100 g de suelo de 87.50 y 124.50 individuos respectivamente, formando estos tratamientos una agrupación estadística igual. Observándose únicamente diferencias numéricas.

Por su parte la dosis de 10.0 L.ha⁻¹ de QL Agri 35 presentó una eficacia aceptable de 78.19% formando una agrupación estadística diferente al resto de los tratamientos. Con lo que respecta a Vydate L 5.0 L.ha⁻¹ presento una eficacia final de 68.58%, aunque aumento respecto a la evaluación anterior, presento eficacias menores a las dosis de QL Agri 35, esto viene a reforzar lo observado por (Marbán-Mendoza *no publicado*), ya que en un ensayo in vitro donde se expone *Meloidogyne* spp., a diferentes dosis de oxamyl, no hay un efecto muerte de los nematodos al producto.

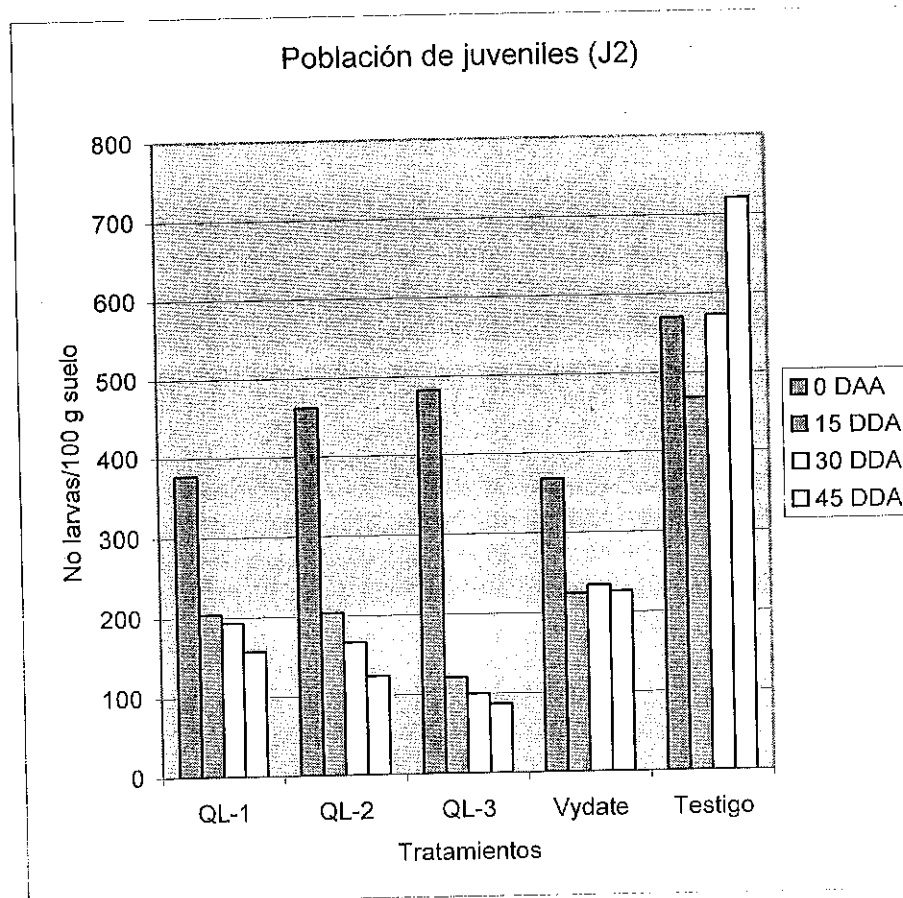


Fig 8. Conteo de la población de juveniles J2 en número de larvas por cada 100g de suelo del segundo experimento en campo.

Magunacelaya *et al.*, (2000), evaluó el control de *Meloidogyne* sp., con extracto de quillay en plantas de papayo inoculados con 0, 100, 200, 400 y 800 huevos; con una dosis de Quillay de 0.2 cm³/planta y 0.4cm³/planta. Al final encontraron que plantas inoculadas con 400 huevos presentaron la mayor población final de juveniles y la mayor cantidad de agallas. Las plantas con 200 huevos presentaron el menor peso de raíces y el menor número de agallas y juveniles.

4.2.2.2. Porcentaje de agallamiento.

Cuadro 19. Comparación de medias del porcentaje de agallamiento en raíces de tomate causadas por *M. incognita*, después de la tercera evaluación en La Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.

Tratamiento	Dosis L.ha ⁻¹	Porcentaje de Infección (%)	Comparación ($\alpha=0.05$)	% Eficiencia Abbott
1. QL Agri 35	10 L	31.825	ab	52.59
2. QL Agri 35	15 L	22.875	a*	66.00
3. QL Agri 35	20 L	18.400	a	72.59
4. Vydate L	5 L	45.000	b	32.96
5. Testigo	—	67.125	c	—

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey
La media de los tratamientos representan el promedio de cuatro repeticiones

Al realizar la primera y única evaluación del porcentaje de agallamiento se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 14 del apéndice), por lo que se realizó la prueba de Tukey (cuadro 19) en la cual se observa que a los 15 días después de la última aplicación, se evaluó el porcentaje de agallamiento y se obtuvo: Que los mejores tratamientos para el control del nematodo agallador fueron QL Agri 35 a dosis de 20.0 L.ha⁻¹ y 15.0 L.ha⁻¹ ya que presentaron los porcentajes de infección mas bajos con 18.4 % y 22.8 % respectivamente y eficacias de 72.59 y 66.00 %.

Podemos mencionar que en los tratamientos con QL Agri 35 a estas dosis se observó un mayor desarrollo de raíces, lo que se reflejó en un mejor aspecto de la planta.

La dosis menor de QL Agri 35 10.0 L.ha⁻¹ formó una agrupación estadística diferente a los demás tratamientos, con un porcentaje de eficacia de 52.59%. En cuanto al testigo regional Vydate L a dosis de 5.0 L.ha⁻¹, mostró una eficacia inferior respecto a los tratamientos de QL Agri 35, lo cual sugiere que posiblemente la plaga a desarrollado cierto grado de resistencia al producto.

El testigo absoluto presentó el mayor número de (J2)/100 g de suelo con una media de 721.00 individuos para esta última evaluación y el mayor grado de daño 67.125%, lo cual sugiere un efecto supresor de las poblaciones de nematodos en los tratamientos con productos nematocidas QL Agri 35.

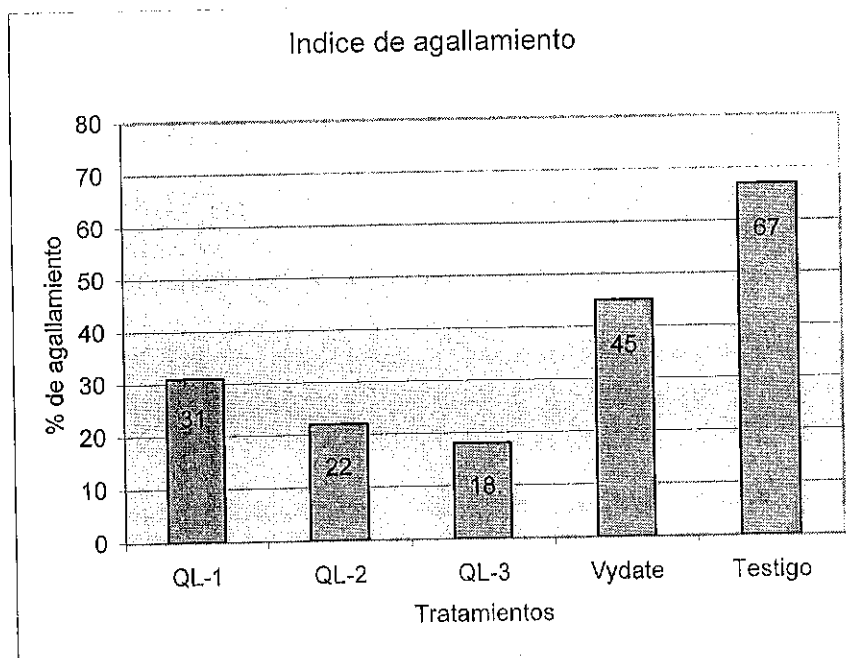


Fig 9. Efecto de los tratamientos en cuanto al porcentaje de agallamiento del segundo experimento en campo.

Magunacelaya *et al.*, (2002), evaluarón la acción nematocida del extracto de quillay sobre una población de *Meloidogyne arenaria* raza II en tomate, donde al final Nematicur y Mocaf otorgaron otorgaron una mayor protección al cultivo, manteniendo la población de *M. arenaria* bajo umbral de daño comparado con extracto de quillay la cual no tuvo una clara actividad nematocida sobre *M. arenaria*, pero mejoro el rendimiento del cultivo, superando al Nematicur y Mocaf.

4.2.2.3. Factor de reproducción (FR).

Cuadro 20. Comparación de medias del factor de reproducción en raíces de tomate causadas por *M. incognita*, correspondiente a la tercera evaluación en La Cruz Elota, Sinaloa, México. 2005.

Tratamiento	Dosis L.ha ¹	Factor de reproducción (FR)	Comparación ($\alpha=0.05$)
1. QL Agri 35	10 L	2.0475	ab*
2. QL Agri 35	15 L	2.0575	ab
3. QL Agri 35	20 L	3.7325	a
4. Vydate L	5 L	1.4125	ab
5. Testigo	—	0.4275	b

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey. La media de los tratamientos representan el promedio de cuatro repeticiones

El análisis de varianza del factor de reproducción muestra diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Cuadro 15 del apéndice), observándose en la prueba de separación de media Tukey (Cuadro 20) que el tratamiento QL Agri 35 a dosis de 20.0 L.ha⁻¹ redujo un mayor número de veces la capacidad reproductiva de *Meloidogyne* spp. Lo cual se refleja en el porcentaje de agallamiento y en la población de (J2) / 100 g de suelo.

En lo que concierne a la dosis de 15.0 L.ha⁻¹ y 10.0 L.ha⁻¹ de QL Agri 35 y 5.0 L.ha⁻¹ de oxamil formaron una agrupación estadística igual, pero numéricamente diferentes, ya el tratamiento comercial inhibió en menor medida la capacidad reproductiva de la plaga. En cuanto el testigo absoluto fue estadísticamente diferente a los tratamientos nematicidas en donde la población de nematodos se reprodujo casi al 100%, todo esto bajo las condiciones experimentales prevalecientes.

4.2.2.4. Rendimiento

Cuadro 21. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento de tomate en la segunda etapa experimental.

Tratamiento	Dosis L/ha ⁻¹	Producción (ton.ha ⁻¹)			
		1ra eval	2da eval	3era eval	4ta eval
1. QL Agri 35	10 L	6.7625 a*	8.8175 ab*	8.3300 a*	14.5250 ab*
2. QL Agri 35	15 L	6.8150 a	9.1125 a	6.7625 a	14.9475 ab
3. QL Agri 35	20 L	6.9275 a	9.9300 a	7.2475 a	16.8625 a
4. Vydate L	5 L	6.3500 a	8.1250 ab	7.4025 a	14.2625 ab
5. Testigo		6.1325 a	6.7350 b	5.8450 a	12.7575 b

*Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Tukey.
Significancia $p = 0.05$
Las medias de los tratamientos representan el promedio de cuatro repeticiones

El análisis de varianza de la primera evaluación de la producción indica que no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 16 del apéndice), siendo irrelevante la aplicación de separación de medias entre tratamientos, concluyendo que todos los tratamientos son iguales.

El análisis de varianza de la segunda evaluación de la producción, indica que existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos (ver cuadro 17 del apéndice), por lo que se procedió a realizar la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$) (fig. 2), la cual muestra que el mejor tratamientos nematicida sobre la producción es la dosis de 20 y 15 L.ha⁻¹ de QL Agri 35. La dosis de 10 L.ha⁻¹ aunque forma un grupo estadístico diferente junto con la dosis de 5.0 L/ha de Vydate L, existe una diferencia numérica de 100 a 200 kg/ha de tomate, lo cual deberá corroborarse con un estudio económico (costo/beneficio) del impacto de los tratamientos.

Hasta esta segunda evaluación del efecto de tratamientos nematicidas sobre la producción (Ton.ha⁻¹) de tomate en campo, observamos que no existe una estandarización marcada de la producción, esto debido a la fenología del cultivo y a la biología de la plaga evaluada, dicha estandarización se podrá observar de la tercera evaluación en adelante.

En la tercera evaluación al igual que en la primera, el análisis de varianza muestra que no existen diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, (Cuadro 18 del apéndice). Siendo irrelevante la separación de medias.

De acuerdo al análisis de varianza para la cuarta evaluación, existen diferencias estadísticas significativas en el efecto de los tratamientos sobre la producción de tomate (ver cuadro 19 del apéndice), realizándose la prueba de separación de medias de Tukey, donde se muestra que el mejor tratamiento nematocida fue el QL agri 35 a dosis de 20 L.ha⁻¹ formando una agrupación estadística diferente con una producción de 16.86 Ton.ha⁻¹. Las dosis de 10 y 15 L.ha⁻¹ de QL Agri 35 y el testigo regional Vydate L 5 L.ha⁻¹, formaron una agrupación estadística igual. Cabe resaltar que la dosis de 15 L/ha de QL agri 35 es muy similar a la dosis de 20 L/ha⁻¹.

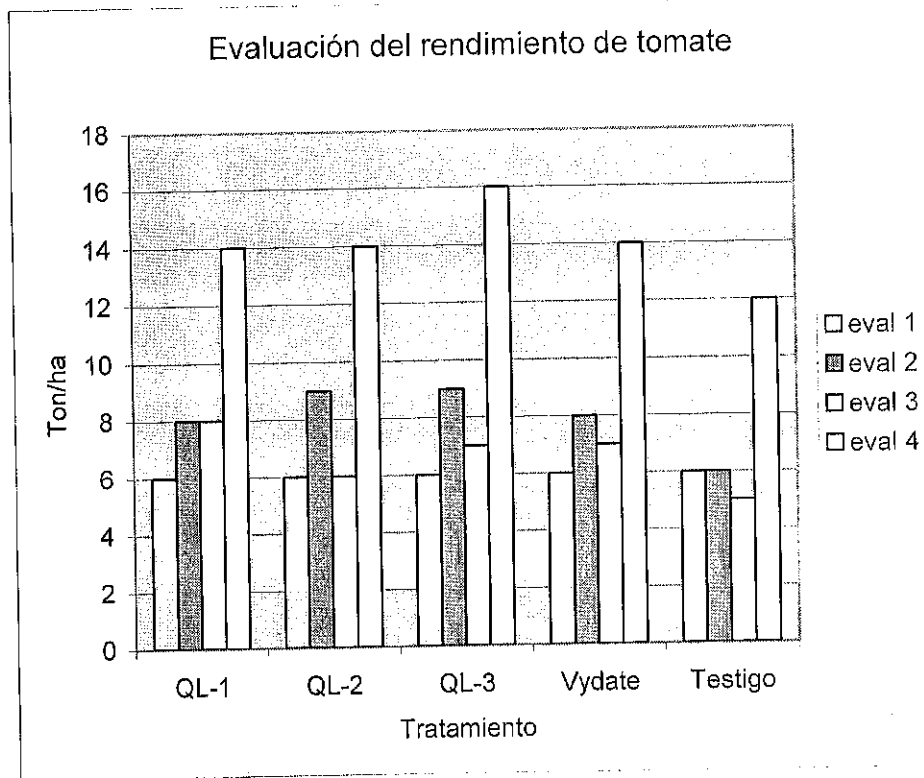


Fig 10. Evaluación del rendimiento de tomate en cuatro fechas diferentes del segundo experimento en campo

V. CONCLUSIONES

En la fase de invernadero tanto del primer experimento como del segundo, el tratamiento cuatro QL Agri 35 (2) sin inóculo aplicado dos veces a intervalo de 15 días a una dosis de 5000 ppm, fue el mejor en cuanto al peso del follaje y peso de la raíz con 73.900 y 38.400 g de peso, sin embargo dentro de los tratamientos inoculados con 1000 juveniles (J2), el QL Agri 35 (1) + inóculo, QL Agri 35 (2) + inóculo, tuvieron el mismo efecto junto con el nematicida químico Vydate L (2) + inóculo con 61.6, 63.7 y 60.6 g de peso de follaje y 25.1, 25.2 y 25.6 g de peso de raíz comparado con el testigo + inóculo la cual tuvo un efecto diferente con resultados inferiores de 51.7 y 23.9 g de peso de follaje y raíz.

En cuanto al porcentaje de agallamiento de la evaluación en invernadero se tiene lo siguiente: El tratamiento Vydate L (2) + inóculo aplicado dos veces a intervalo de 15 días a una dosis de 50 ppm fue el mejor con un 2.0 % de agallamiento sin embargo QL A gri 35 (2) + inóculo aplicado dos veces a intervalo de 15 días a una dosis de 5000 ppm fue un tratamiento bueno con 15.5 % de agallamiento comparado con el testigo + inóculo la cual tuvo un porcentaje de agallamiento de 23.0 %.

En la fase de campo del primer experimento el tratamiento QL agri 35 aplicado ocho veces a intervalos de siete días fue el mejor tratamiento para controlar la población de juveniles J2 de *M. incognita*, comparado con Vydate y Ditera los cuales a los 41 días después de la última aplicación estos disminuyeron su eficacia de control.

Los resultados de los tratamientos en cuanto al rendimiento de tomate en campo, el QL Agri 35 10 L.ha⁻¹ (QL-3) aplicado ocho veces fue el mejor con un promedio de 13.8 ton/ha⁻¹ comparado con el testigo que fue de 6.2 Ton.ha⁻¹. Vydate y Ditera presentaron un resultado similar con 9.4 y 9.5 ton/ha⁻¹ la cual los hace ser buenos resultados.

En la fase de campo del segundo experimento el tratamiento QL Agri 35 20 L.ha⁻¹ fue el mejor tratamiento para disminuir la población de juveniles J2 de *M. incognita* con una eficacia de 87.6 % y una media de 87.50 juveniles J2/100 g de suelo, comparado con Vydate L como testigo regional la cual al final tuvo una eficacia de 68.5 % con una media de 226.5 juveniles por cada 100 g de suelo.

Al realizar la primera y única evaluación del porcentaje de agallamiento se encontró que los mejores tratamientos para el control de *M. incognita* fueron QL Agri 35 a dosis de 20.0 L.ha⁻¹ y 15 L.ha⁻¹ ya que presentaron los porcentajes de infección mas bajos con 18.4 % y 22.8 % respectivamente y eficiencias de 72.59 y 66.00 % comparado con el testigo regional Vydate que tuvo un 45.0 % de agallamiento y una eficiencia de 32.96 % la cual sugiere que posiblemente la plaga a desarrollado cierto grado de resistencia al producto.

En cuanto al factor de reproducción el tratamiento QL Agri 35 a dosis de 20 L.ha⁻¹ redujo un 3.73 veces la capacidad reproductiva de *M. incognita* número mayor, lo cual se refleja en el porcentaje de agallamiento y en la población de (J2)/100 g de suelo.

En cuanto al rendimiento de tomate de las cuatro evaluaciones hechas en campo, se realizó un promedio por tratamiento llegando a la conclusión de que el tratamiento QL Agri 35 a dosis de 20 L.ha⁻¹ fue el mejor con un rendimiento promedio de 40.95 Ton.ha⁻¹ sin embargo el tratamiento QL Agri 35 a dosis de 10 L.ha⁻¹, QL agri 35 15 L.ha⁻¹ y Vydate 5 L.ha⁻¹ forman una agrupación estadístico similares con un promedio de rendimiento de 38.42, 37.62 y 36.13 Ton.ha⁻¹, comparado con el testigo que fue de 31.45 Ton.ha⁻¹

VI. LITERATURA CITADA

ANÓNIMO., 1995. Claridades Agropecuarias. El jitomate, ASERCA, México D. F., 40 p.

ANÓNIMO., 1998. Claridades Agropecuarias. El jitomate, ASERCA, México D.F. 45 p.

ANÓNIMO., 1990. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate, CATIE Turrialba, Costa Rica, 138 p.

ARRIAGADA, M; J.C. MAGUNACELAYA 2000. Patogenecidad de *Meloidogyne* sp sobre plantas de papayo y control con extracto de quillay In: resúmenes del XIII congreso de Fitopatología, Santiago, Chile. s/p. (En línea). Disponible en <http://alcre: INIA. Cl/sochifit/x.htm1>.

BASF, 2005. Nematicida orgánico 100 % natural. S/p. [En línea]. Disponible en: <http://www.basf.cl/agro/folletos/qlagri35/>. (Revisado en Junio de 2005).

BLANCARD, D., 1990. Enfermedades del tomate, Ediciones Mundi Prensa, Madrid, 212 p.

BIRD, A. F; B.R. Loveys. 1974. The incorporation of photosynthate by *Meloidogyne javanica*. Jour Nematol. 7(2): 111-113.

- CARRILLO, F. J. A., García, E. S., Molar, A. R., Ezquerro, M. I. 2000. Distribución del nematodo nodulador (*Meloidogyne* spp.) en los cultivos hortícolas del estado de Sinaloa. XXXVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. Puerto Vallarta, Jal. México. L-33 p.
- CEPEDA S. M. 1996. Nematología agrícola, Editorial Trillas. México D.F. 305 p.
- CHRISTIE, J. R. 1936. The development of root-knot nematode galls. *Phytopathology*. 30: 1-22 p.
- DEL PRADO, V. I. C., TOVAR, S. A. y HERNÁNDEZ, J. A. 2001. Distribución de especies y razas de *Meloidogyne* en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 19:32 – 39.
- EISENBACK, D. J. and TRIANTAPHYLLOU, H. H. 1981. Root-knot Nematode: *Meloidogyne* species and races. *Journal of Nematology* 2: 26 -32.
- ESPINOZA C.R., 2003. Evaluación de la efectividad del bicarbonato de potasio en el control de la cenicienta *Erysiphe cichoracearum* en pepino (*Cucumis sativus* L. var. Turbo). Tesis de licenciatura, Parasitología Agrícola, Chapingo Méx. 46 pp.
- GONZALES R. F. –Análisis de la ventaja competitiva y comparativa de la producción de pepino en el estado de Sinaloa. Tesis de Maestría. Colegio de postgraduados, Montecillos México.
- HOUGH A. and I.J. THOMPSON. 1975. Effects of aldicarb on the behaviour of *Heterodera schachtii* and *Meloidogyne javanica*. *J. Nematol.* 7. 221 – 229.

- KRIISHNAVENI M., Subramanian, S. 2003. Pathogenicity of *Meloidogyne incognita* on cucumber (*Cucumis sativus* L.), Department of Nematology, Tamil Nadu Agricultural University, Coimbatore India.
- GARCÍA, B. V., 2003. Evaluación de algunos portainjertos resistentes o tolerantes a nematodos fitoparasitos asociados a viñedos de Sonora, México. Tesis, Departamento de Parasitología Agrícola, UACH, 53 P.
- LARA, M. J., ACOSTA, N., BETANCOURT, C. V. y RODRIGUEZ R. 1996. Control biológico de *Meloidogyne incognita* en tomate en Puerto Rico. *Nematropica* 26: 143 – 152.
- MAGUNACELAYA, J.C; PACHECO, H. 2002. Evaluación de la aplicación tardía de extracto de quillay y nematicidas tradicionales, como alternativa de control de *Meloidogyne arenaria* raza II, en tomate en la zona central de Chile, In: Resúmenes del XI congreso nacional de Fitopatología, Santiago de Chile. s/p (En línea). Disponible en: <http://alerce.inia.cl/sochifit/x.htm1> (Revisado en Agosto de 2005).
- MAGUNACELAYA, J.C; J. NITSCHKE, P. ABOGABIR y H. PACHECO. 2003. Acción enraizante de Biorend y el nematicida QL Agri 35, en plantas de tomate en bolsas de polietileno con suelo y en rizotones In: Resúmenes del XIII Congreso de Fitopatología. Republica de Chile. s/p (En línea). Disponible en : <http://alerce.inia.cl/sochifit/x.htm1> (Revisado en Agosto de 2005).
- MARBÁN M. N. Dicklow, M.B. and Zuckerman, B.M. 1989. Evaluation of control of *Meloidogyne incognita* and *Nacobbus aberrans* on tomato by two leguminous plants. *Revue Nematol.* 12(4): 409-412.

- MARBÁN M. N., and D. R. VIGLIERCHIO. 1980b. Behavioral effects of Carbofuran and Phenamiphos on *Pratylenchus vulnus*. II. Atraction to bean roots Journal Nematol. 12: 118 – 129.
- MIAN, I.H., RODRIGUEZ-KABANA, R. 1982. Soil amendments with oil cakes and chicken litter for control of *Meloidogyne arenaria*. Nematropica 12(2): 205-221.
- MONOGRAFÍA de Elota. 1997 (trabajo de investigación).
- MONTES, B. R. 1988. Nematología Vegetal en México. Sociedad Mexicana de Fitopatología. 158 p.
- PALACIOS, A. S. 1970. Distribución, identificación y control químico del nematodo nodulador de raíces (*Meloidogyne* spp.) causante de la "jicamilla" del jitomate en el Estado de Morelos, Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 89 p.
- PERDOMO C. J. R., 1990. Evaluación de alternativas de control de *Meloidogyne incognita* en tomate y distribución y frecuencia de nematodos asociados a los principales cultivos horticolas en el valle de Comayagua, Honduras, Turrialba, Costa Rica, Tesis, 65 p.
- ANONIMO 2001 Productores de Hortalizas, Septiembre 2001, Informe del tomate, Año 10, No.9, Meister Publishing.
- RAO, M. S., REDDY, P. P. and NAGESH M. 1997. Management of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomato by integration of *Trichoderma harzianum* with neem cake. Zeitschrift fur pflanzenkrankheiten and pflanzenschutz 104(4): 423 – 425.

- RODRIGUEZ R., 1984. Cultivo moderno del tomate, Mundi – Prensa, España, 80 p.
- RODRIGUEZ, K., BOUBE, R. D. and YOUNG, R. W. 1989. Chitinous materials from blue crab for control of root-knot nematode. Effect of urea and enzymatic studies. *Nematropica* 19: 53 – 74.
- ROJAS, M. T. y MARBÁN, M. N. 1999. *Pasteuria penetrans* y parasitismo en *Meloidogyne incognita* y *M. arabicida*. *Nematropica* 28 (2): 233 - 240
- RUDE, A. P. 1999. Integrated pest management for tomatoes. Third Edition, University of California, Oakland, C, E.U.A, 102 p.
- RUELO, J. L. 1983. Integrated control of *Meloidogyne incognita* on tomato using organic amendments, marigolds, and nematocide. *Plant Disease* 67(6): 671-673.
- SALGADO, M.; MARBAN, N.; ZAMUDIO, V. 1988. Comparación de los efectos de agregados orgánicos, nematicida y solarización en la incidencia de *Meloidogyne incognita* asociado al cultivo de frijol en Tecamachalco, Puebla. IX Congreso Nacional de Fitopatología Xalapa Veracruz. Memorias. México, CONACYT. 10 p.
- SAGARPA., 2002. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 847 p.
- SASSER, J. N . and CARTER, C.C.1985.An advanced treatise on *Meloidogyne*, Vol. 1 North Caroline State University, Ed. Graphics 422 p.
- SOSA-MOSS,C. 1985. Los de los cultivos básicos en México. VI Simposium Nal. de Parasitología Agrícola. IAP. Monterrey, N.L. 98 p.

- TAYLOR, A. L. and SASSER, J. N. 1978. Biología, identificación y control de los nematodos de nódulos de la raíz (especies de *Meloidogyne*). Una publicación cooperativa entre el departamento de Fitopatología de la Universidad del Estado de Carolina del Norte y la Agencia de los Estados Unidos para el desarrollo Internacional, Raleigh, N. C. 111p.
- TORRES, P. F. J; 1979. Efecto de tres especies de *Meloidogyne* (Nematodo: Meloidoginidae) sobre dos variedades de tomate (*Lycopersicon esculentum* M). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Montecillos, México, D.F.
- WHITEHEAD A. G., 1968. Taxonomy of *Meloidogyne* (Nematodea: Heteroderidae) with descriptions of four new species. Transactions of the Zoological Society of London 31:263-401.
- YUE, M., JENKINS, T., BLUNEN, M.G., WHAPHAM, C. and HANKINS, S.D.1997. The role of betaines in alkaline extracts of *Ascophyllum nodosum* in the reduction of *Meloidogyne javanica* and *M. incognita* infestations of tomato plants. Fundamental and Applied Nematology 20(2): 99 – 102.
- ZAVALETA, M.E. 1987. Modificadores orgánicos y su efecto sobre los nematodos fitoparasitos. Revista Mexicana de Fitopatología (Méx.) 5: 105-111.
- ZAVALETA, M.E. and VAN H., S. D. 1986. The effect of bacterization on *Meloidogyne incognita* (Kofoid and white) Chitwood infection. Revista Mexicana de Fitopatología 5(1):38 - 44.
- ZUCKERMAN, B. M. and ESNARD, J. 1994. Biological control of plant nematodes-current status and hypotheses. Journal Nematology. 24: 1 – 13.

VII. ANEXOS

Cuadro 1. Análisis de varianza del peso de follaje del cultivo de tomate en el primer ensayo bajo invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	6	2706.685714	451.114286	2.65	0.023
Error	63	10724.80000	170.23492		
Total	69	13431.48571			

$$R^2 = 0.201518$$

$$C.V. = 21.21037$$

Cuadro 2. Análisis de varianza del peso de la raíz del cultivo de tomate en el primer ensayo bajo invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	6	1654.971429	275.828571	1.84	0.1062
Error	63	9461.90000	150.18889		
Total	69	11116.87143			

$$R^2 = 0.148870$$

$$C.V. = 43.83552$$

Cuadro 3. Análisis de varianza del porcentaje de agallamiento por *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate del primer ensayo bajo invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	6	7403.571429	1233.928571	11.11	<.0001
Error	63	6995.00000	111.03175		
Total	69	14398.57143			

$$R^2 = 0.514188$$

$$C.V. = 115.2502$$

Cuadro 4. Análisis de varianza del peso de follaje del cultivo de tomate en el segundo ensayo bajo invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	6	3200.342857	533.390476	8.66	<.0001
Error	63	3879.100000	61.573016		
Total	69	7079.442857			

$$R^2 = 0.452061$$

$$C.V. = 15.84307$$

Cuadro 5. Análisis de varianza del peso de la raíz del cultivo de tomate en el segundo ensayo bajo invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	6.	1536.342857	256.057143	10.13	<.0001
Error	63	1593.100000	25.287302		
Total	69	3129.442857			

$R^2 = 0.490932$

C.V = 32.50280

Cuadro 6. Análisis de varianza del porcentaje de agallamiento por *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate en el segundo ensayo bajo invernadero.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	6	20573.28571	3428.88095	37.72	<.0001
Error	63	5727.30000	90.90952		
Total	69	26300.58571			

$R^2 = 0.782237$

C.V = 89.82845

Cuadro 7. Análisis de varianza del conteo de J2 de *Meloidogyne incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, 0 DAA en la Cruz Elota Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	5	31073850.00	6214770.00	1.39	0.2765
Bloque	1	3808066.67	3808066.67	0.85	0.3686
Error	17	75893933.3	4464349.0		
Total	23	110775850.0			

$$R^2 = 0.314887$$

$$C.V = 35.25908$$

Cuadro 8. Análisis de varianza del conteo de J2 de *Meloidogyne incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, a los 21 DDA en la Cruz Elota Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	5	16062250.00	3212450.00	2.71	0.0563
Bloque	1	1480066.67	1480066.67	1.25	0.2796
Error	17	20174333.33	1186725.49		
Total	23	37716650.00			

$$R^2 = 0.465108$$

$$C.V = 77.67339$$

Cuadro 9. Análisis de varianza del conteo de J2 de *Meloidogyne incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate a los 41 DDA en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	5	106383.3333	21276.6667	2.29	0.0921
Bloque	1	16016.6667	16016.6667	1.72	0.2069
Error	17	158133.3333	9301.9608		
Total	23	280533.3333			

$R^2 = 0.436312$

C.V = 82.66858

Cuadro 10. Análisis de varianza del conteo de (J2) de *Meloidogyne incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, en la preevaluación en La Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr>F
Tratamientos	4	7863.800000	1965.950000	0.17	0.9876
Bloques	3	2125.200000	708.400000		
Error	15	102845.8000	8570.4833		
Total	23	112834.8000			

$R^2 = 0.088528$

C.V = 32.32434

Cuadro 11. Análisis de varianza del conteo de (J2) de *Meloidogyne incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a a evaluación de la primera aplicación en La Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr>F
Tratamientos	4	276642.7000	69160.6750	11.13	0.0002
Bloques	3	17204.9500	5734.9833		
Error	12	45259.3000	3771.6083		
Total	19	339106.9500			

$$R^2 = 0.866534$$

$$C.V = 25.11283$$

Cuadro 12. Análisis de varianza del conteo de (J2) de *Meloidogyne incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la evaluación de la segunda aplicación en La Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr>F
Tratamientos	4	549738.2000	137434.5500	17.46	<.0001
Bloques	3	26370.4000	8790.1333		
Error	12	56576.6000	4714.7167		
Total	19	632685.2000			

$$R^2 = 0.910577$$

$$C.V = 27.05429$$

Cuadro 13. Análisis de varianza del conteo de (J2) de *Meloidogyne incognita* por 100 g de suelo en el cultivo de tomate, correspondiente a la evaluación de la tercera aplicación en La Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr>F
Tratamientos	4	1089044.800	272261.200	82.17	<.0001
Bloques	3	14452.950	4817.650		
Error	12	23020.800	1918.400		
Total	19	1126518.550			

$R^2 = 0.979565$

C.V = 16.63169

Cuadro 14. Análisis de varianza del porcentaje de agallamiento de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate, en La Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr>F
Tratamientos	5	6175.047000	1543.761750	12.82	0.0001
Bloques	3	174.485500	58.161833		
Error	15	849.197000	70.766417		
Total	23	7198.729500			

$R^2 = 0.882035$

C.V = 22.70827

Cuadro 15. Análisis de varianza del factor de reproducción en la población de *Meloidogyne incognita* en el cultivo de tomate, en La Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.C	Pr>F
Tratamientos	5	23.21692000	5.80423000	3.01	0.0454
Bloques	3	2.66137500	0.88712500		
Error	15	14.75920000	1.22993333		
Total	23	40.63749500			

$$R^2 = 0.636808$$

$$C.V = 57.29907$$

Cuadro 16. Análisis de varianza del rendimiento de tomate de la primera evaluación con fecha (12/05/05) en La Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	4	1.84365000	0.46091250	2.62	0.0881
Bloque	3	2.54129500	0.84709833	4.81	0.0201
Error	12	2.11383000	0.17615250		
Total	19	6.49877500			

$$R^2 = 0.674734$$

$$C.V = 6.361580$$

Cuadro 17. Análisis de varianza del rendimiento de tomate de la segunda evaluación con fecha (16/05/05) en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	4	23.06813000	5.76703250	5.82	0.0077
Bloque	3	55.99252000	18.66417333	18.82	<.0001
Error	12	11.89903000	0.99158583		
Total	19	90.95968000			

$R^2 = 0.869183$

C.V = 11.6547

Cuadro 18. Análisis de varianza del rendimiento de tomate de la tercera evaluación con fecha (20/05/05) en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	4	13.25425000	3.31356250	1.72	0.2102
Bloque	3	72.36941500	24.12313833	12.52	0.0005
Error	12	23.1229100	1.9269092		
Total	19	108.7465750			

$R^2 = 0.787369$

C.V = 19.50308

Cuadro 19. Análisis de varianza del rendimiento de tomate de la cuarta evaluación con fecha (24/05/05) en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	4	35.22262000	8.80565500	5.79	0.0078
Bloque	3	10.92010000	3.64003333	2.39	0.1194
Error	12	18.25410000	1.52117500		
Total	19	64.39682000			

$R^2 = 0.716537$

C.V = 8.409076

Cuadro 20. Análisis de varianza del rendimiento de tomate de la quinta evaluación con fecha (28/05/05) en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	4	86.50007000	21.62501750	1.59	0.2389
Bloque	3	66.82277500	22.27425833	1.64	0.2319
Error	12	162.7546500	13.5628875		
Total	19	316.0774950			

$R^2 = 0.485080$

C.V = 16.49955

Cuadro 21. Análisis de varianza del rendimiento de tomate de la sexta evaluación con fecha (01/06/05) en la Cruz Elota, Sinaloa, México.

F.V	G.L	S.C	C.M	F.cal	Pr>F
Tratamiento	4	32.4455800	8.1113950	1.48	0.2696
Bloque	3	115.7966800	38.5988933	7.03	0.0055
Error	12	65.8818200	5.4901517		
Total	19	214.1240800			

$R^2 = 0.692319$

C.V = 14.15433