

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**



TESIS

**ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO DE *MELOIDOGYNE*
SPP. EN EL CULTIVO DE PEPINO BAJO CONDICIONES
DE INVERNADERO**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**PRESENTA
RICARDO CASTRO LÓPEZ**

**DIRECTOR DE TESIS
DR. LEOPOLDO PARTIDA RUVALCABA**

**CO-DIRECTOR DE TESIS
DR. TIRZO PAÚL GODOY ÁNGULO**

CULIACÁN, SINALOA, NOVIEMBRE DE 2013

ESTA TESIS FUE REALIZADA POR **RICARDO CASTRO LÓPEZ**, BAJO LA DIRECCIÓN DEL CONSEJO PARTICULAR QUE SE INDICA, Y HA SIDO APROBADA POR EL MISMO, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

CONSEJO PARTICULAR

DIRECTOR

DR. LEOPOLDO PARTIDA RUVALCABA

CO-DIRECTOR

DR. TIRZO PAÚL GODOY ÁGULO

ASESOR

DR. ROBERTO GASTÉLUM LUQUE

ASESOR

MC. MOISES GILBERTO YAÑEZ JUÁREZ

ASESOR

DRA. TERESA DE JESÚS VELÁZQUEZ ALCARÁZ

CULIACÁN, SINALOA, NOVIEMBRE DE 2013



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA
COLEGIO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA CULIACÁN
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL FUERTE
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
FACULTAD DE AGRONOMÍA VALLE DEL CARRIZO

En la Ciudad de Culiacán Rosales, Sinaloa, el día 20 de enero del año 2020, el que suscribe Ricardo Castro López, alumno del Programa de Maestría en Ciencias Agropecuarias, con número de cuenta 95167110, de la Unidad Académica Facultad de Agronomía Culiacán, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la UAS, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Leopoldo Partida Ruvalcaba y del Dr. Tirzo Paúl Godoy Ángulo y cede los derechos del trabajo titulado “Alternativas para el manejo de *Meloidogyne* spp. en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero”, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, del Colegio de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Sinaloa, para su difusión, con fines académicos y de investigación por medios impresos y digitales, todo esto en apego al artículo 27 de la Ley Federal de Derechos de Autor. La Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México) protege el contenido de la presente tesis. Los usuarios de la información contenida en ella deberán citar obligatoriamente la tesis como fuente, dónde la obtuvo y mencionar al autor intelectual. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ATENTAMENTE

Ricardo Castro López

DOMICILIO: Calle Estación # 78, Col. Centro Costa Rica, Culiacán, Sinaloa, México.
TELÉFONO: 667-2715547
CORREO ELECTRÓNICO: ricardo_castro_lopez_80@hotmail.com

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Ya que gracias a su invaluable apoyo e impulso he podido seguir adelante, así como por la confianza que me han brindado para poder alcanzar otra más de mis metas.

A MI FAMILIA

Ya que gracias al apoyo que me han brindado con su sincero deseo de superación, estos años de estudio y dedicación han sido más fáciles.

A MIS COMPAÑEROS

A mis compañeros de maestría, y mis compañeros de laboratorio con los cuales compartí estos casi tres años de estudio y esfuerzo. De todos ellos me llevo gratos recuerdos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Sinaloa, por permitirme forjar una carrera profesional bajo sus aulas, así como por haberme ofrecido una educación y un pensamiento libre.

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

Al Dr. Tirzo Paúl Godoy Angulo por ayudarme a llevar por buen camino la culminación de este trabajo de investigación.

AL Dr. Leopoldo Partida Ruvalcaba, por todas sus atenciones y el apoyo brindado durante la maestría.

A mis asesores: Dr. Roberto Gastélum Luque, MC. Moisés Gilberto Yañez, Juárez y Dra. Teresa de Jesús Velázquez Alcaráz, por haber sido mis asesores y por qué sus acertados consejos hicieron posible la culminación de esta investigación.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE CUADROS-----	i
ÍNDICE DE FIGURAS-----	vi
RESUMEN-----	vii
ABSTRACT-----	ix
I. INTRODUCCIÓN-----	1
II. HIPÓTESIS-----	4
III. OBJETIVO-----	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA-----	5
4.1. El nematodo agallador (<i>Meloidogyne</i> spp.)-----	5
4.1.1. Importancia del género <i>Meloidogyne</i> -----	5
4.1.2. Distribución de <i>Meloidogyne</i> en México-----	7
4.1.3. Ciclo biológico del género <i>Meloidogyne</i> -----	8
4.2. Antecedentes del uso de la abamectina en el control del nematodo agallador-----	9
4.3. Antecedentes del uso de la azadiractina en el control del nematodo agallador-----	12
4.4. Antecedentes del uso de <i>Quillaja saponaria</i> en el control del nematodo agallador-----	13
4.5. Antecedentes del uso de ajo en el control del nematodo agallador-----	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS-----	17
5.1. Experimento bajo condiciones de invernadero-----	17
5.1.1. Colecta de suelo infestado en forma natural-----	17
5.1.2. Metodología para la extracción de larvas de <i>Meloidogyne</i> -----	17
5.1.3. Identificación y cuantificación de larvas de <i>Meloidogyne</i> -----	18
5.1.4. Población inicial de larvas del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> -----	19
5.1.5. Establecimiento y localización del experimento-----	20
5.1.6. Diseño experimental y tratamientos-----	20
5.1.7. Variables estudiadas-----	21

5.1.8. Análisis estadístico-----	21
5.2. Experimento bajo condiciones <i>in vitro</i> -----	23
5.2.1. Establecimiento y localización del experimento-----	23
5.2.2. Obtención del inóculo de <i>Meloidogyne</i> (segundo estado juvenil)---	24
5.2.3. Diseño experimental y tratamientos-----	24
5.2.4. Extracción Conteo de la población del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> -----	24
5.2.5. Variable evaluada-----	25
5.2.6. Análisis estadístico-----	25
VI. RESULTADOS-----	26
6.1. Experimento bajo condiciones de invernadero-----	26
6.1.1. Agallamiento radical-----	26
6.1.2. Pudrición radical-----	27
6.1.3. Altura de las plantas-----	29
6.1.4. Diámetro del tallo-----	30
6.1.5. Peso fresco de la parte aérea de la planta-----	31
6.1.6. Plantas marchitas a los 47 días después de la siembra-----	32
6.1.7. Plantas marchitas a los 53 días después de la siembra-----	34
6.1.8. Plantas marchitas a los 62 días después de la siembra-----	35
6.1.9. Plantas marchitas a los 71 días después de la siembra-----	37
6.2. Experimento <i>in vitro</i> -----	39
6.2.1. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de juveniles (J2) inmóviles de <i>Meloidogyne</i> a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas-----	39
VII. Discusión-----	44
VIII. Conclusiones-----	53
IX. Literatura citada-----	54

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el manejo de <i>Meloidogyne</i> en el cultivo de pepino, bajo condiciones de invernadero. Culiacán, Sinaloa, México, 2012-----	21
Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de agallamiento en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra (dds). Culiacán, Sinaloa, México, 2012-----	27
Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de pudrición radical en plantas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012-----	28
Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre la altura (cm) en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2012-----	29
Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre el diámetro de tallo (cm) en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2012--	30
Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el peso fresco (g) de la parte aérea en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2012-----	32
Cuadro 7. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (47 DDS)--	33
Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (53 DDS)--	35

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (62 DDS)--	36
Cuadro 10. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (71 DDS)--	38
Cuadro 11. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> a las 24, 48 y 72 horas “ <i>in vitro</i> ” -----	40
Cuadro 12. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de larvas del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> a las 96, 120 y 144 horas “ <i>in vitro</i> ”-----	43
Cuadro 13. Verificación de los supuestos para diferentes variables medidas en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	61
Cuadro 14. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 47 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	61
Cuadro 15. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 53 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	61
Cuadro 16. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 62 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	62

Cuadro 17. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 71 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	62
Cuadro 18. Prueba de comparación de Friedman para agallamiento radical en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra, Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	62
Cuadro 19. Prueba de comparación de Friedman para necrosis radical en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra, Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	64
Cuadro 20. Análisis de varianza para la altura (cm) en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	64
Cuadro 21. Prueba de comparación de Friedman para diámetro de tallo en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra, Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	64
Cuadro 22. Prueba de comparación de Friedman para peso fresco en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra, Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	64
Cuadro 23. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2011 (47 dds) -----	65

Cuadro 24. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2013 (53 dds) -----	66
Cuadro 25. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2013 (62 dds) -----	67
Cuadro 26. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2013 (71 dds) -----	68
Cuadro 27. Verificación de los supuestos para el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> “ <i>in vitro</i> ”. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	68
Cuadro 28. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> “ <i>in vitro</i> ” a las 24 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	69
Cuadro 29. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> “ <i>in vitro</i> ” a las 48 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	69
Cuadro 30. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> “ <i>in vitro</i> ” a las 72 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	70

Cuadro 31. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> “ <i>in vitro</i> ” a las 96 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	70
Cuadro 32. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> “ <i>in vitro</i> ” a las 120 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	71
Cuadro 33. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de <i>Meloidogyne</i> “ <i>in vitro</i> ” a las 144 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013-----	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de los tratamientos <i>in vitro</i> sobre el porcentaje de juveniles (J2) inmóviles a las 24, 48 y 72 horas-----	40
Figura 2. Efecto de los tratamientos <i>in vitro</i> sobre el porcentaje de juveniles (J2) inmóviles a las 96, 120 y 144 horas-----	43

RESUMEN

En México, el pepino es una de las hortalizas que tiene mucha importancia por la superficie sembrada, producción obtenida, empleos que genera, así como por el alto consumo de los mexicanos y lo que se exporta a Estados Unidos de América. Sin embargo, en el proceso de producción del pepino se presentan plagas que limitan su producción; entre los agentes fitopatógenos se mencionan a los hongos, bacterias, virus y nematodos, entre otros. El género *Meloidogyne* es considerado como el nematodo fitoparásito más importante en el mundo por los daños que origina en las plantas cultivadas. Con base en lo anterior, se realizaron dos experimentos, uno bajo condiciones de “in vitro” y el otro en invernadero. En el primero, el objetivo fue determinar la efectividad de dos extractos vegetales (*Allium sativum* y *Quillaja saponaria*) sobre la inmovilidad de larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* bajo condiciones “in vitro”; mientras que en el segundo estudio, se propuso cuantificar el efecto de extractos vegetales (ajo, neem y quillaja), abamectina y un producto que contiene una combinación de tiametoxam más clorantraniliprol sobre el combate de *Meloidogyne* en pepino.

El trabajo “in vitro” se efectuó bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, los siete tratamientos se constituyeron por extracto de ajo (0.1 y 0.2 ml/L), QL Agri 35 (0.5 y 1.0 ml/L), oxamil como testigo comercial (Vydate L a 0.05 y 0.10 ml/L) y un testigo absoluto (solo agua). La variable evaluada fue el porcentaje de larvas inmovilizadas de *Meloidogyne* a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas de estar expuestas a los tratamientos antes referidos. Los resultados

mostraron que únicamente el extracto de ajo logró inmovilizar al nematodo en forma similar al oxamil.

La investigación bajo condiciones de invernadero se desarrolló bajo un diseño en bloques completos al azar con ocho repeticiones por tratamiento, donde cada unidad experimental constó de dos macetas y los tratamientos considerados fueron once (extracto esencial de ajo al 99% (0.2 y 0.4 ml/L), Vydate 24% (0.1 y 0.2 ml/L), QL Agri 35 (1.0 y 2.0 ml/L), Agriver 1.8% (0.2 ml/L), Estruendo 1.8% (0.2 ml/L), Ecozin 3% (0.1 ml/L) y Durivo (0.2 ml/L) y el testigo absoluto (solo agua). Las variables evaluadas fueron agallamiento radical, pudrición radical, altura de las plantas, diámetro del tallo, peso fresco de la parte aérea de la planta y plantas marchitas. Los resultados manifestaron que la mayor reducción del agallamiento radical inducido por *Meloidogyne* se logró con Vydate (0.2 ml/L) y el extracto de ajo (0.4 ml/L); menor pudrición radical se observó donde aplicaron Vydate (0.1 y 0.2 ml/L), extracto de ajo (0.4 ml/L) y Estruendo (0.2 ml/L); en la altura de las plantas los tratamientos no tuvieron un efecto significativo; con el uso de Durivo se incrementó el diámetro del tallo, respecto a las dos concentraciones de Vydate investigadas; finalmente, los tratamientos que más contribuyeron en disminuir el porcentaje de plantas marchitas fueron Vydate (0.1 y 0.2 ml/L), el extracto de ajo (0.2 y 0.4 ml/L), Durivo (0.2 ml/L) y Estruendo (0.2 ml/L).

ABSTRACT

The cucumber is a very important vegetable in Mexico, for the growing area, production, jobs created, as well as by high consumption and their exportation to the United States of America. However, in the production process are presented cucumber pests limiting their production, among the agents mentioned phytopathogenic fungi, bacteria, viruses and nematodes, among others. The genus *Meloidogyne* is considered the most important plant parasitic nematode in the world for damage incurred in crop. Based on the above, two experiments were conducted, one under "in vitro" conditions and other one in greenhouse condition. In the first, the goal was to determine the effectiveness of two plant extracts (*Allium sativum* and *Quillaja saponaria*) on the immobility of second stage larvae of juveniles *Meloidogyne* under "in vitro" conditions, while in the second study, it was proposed to quantify the effect of plant extracts (garlic, neem and quillaja), abamectin and a product containing a combination of thiamethoxam most chlorantraniliprole on combating *Meloidogyne* in cucumber.

The work "in vitro" was conducted under a completely randomized design with four replications, seven treatments were formed by garlic extract (0.1 and 0.2 ml / L), QL Agri 35 (0.5 and 1.0 ml / L), oxamyl commercial control (Vydate L to 0.05 and 0.10 ml / L) and an absolute control (water only). The variable evaluated was the percentage of immobilized *Meloidogyne* larvae at 24, 48, 72, 96, 120 and 144 hours of exposure to the treatments mentioned above. The results showed that just garlic extract immobilized the nematode in similar way to oxamil.

Research under greenhouse conditions was developed under a design randomized complete block with eight replicates per treatment, each experimental unit consisted of two pots and treatments considered were eleven, extract garlic essential to 99 % (0.2 and 0.4 ml / L), Vydate 24 % (0.1 and 0.2 ml / L), QL Agri 35 (1.0 and 2.0 ml / L), Agriver 1.8 % (0.2 ml / L), Estruendo 1.8 % (0.2 ml / L), Ecozin 3 % (0.1 ml / L) and Durivo (0.2 ml / L) and the absolute control (water only). Variables evaluated were root galling, root rot, plant height, stem diameter, fresh weight of the aerial part of plant and wilted plants. Results showed the best control reducing root gall caused by *Meloidogyne* was achieved with Vydate (0.2 ml / L) and garlic extract (0.4 ml / L), the lowest root rot was observed where were applied Vydate (0.1 and 0.2 ml / L), garlic extract (0.4 ml / L) and Estruendo (0.2 ml / L); in height plant the treatments had no significant effect; Durivo using increased stem diameter, respect to the two concentrations of Vydate investigated, and finally treatments that contributed to decrease the percentage of wilted plants were Vydate (0.1 and 0.2 ml / L), garlic extract (0.2 and 0.4 ml / L), Durivo (0.2 ml / L) and Estruendo (0.2 ml / L).

I. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de la cucurbitáceas que mayormente se cultiva en el mundo. En México es una de las hortalizas que tiene mucha importancia por los empleos que genera, el alto consumo por los mexicanos y por lo que se exporta a Estados Unidos de América (E.U.A.). En el ciclo agrícola otoño-invierno de 2013 la superficie de pepino sembrada en México fue de 9, 552 ha, en tanto la cosechada resultó ser de 9, 403 ha, obteniéndose una producción de 340, 280 toneladas y un rendimiento promedio de 36.190 toneladas por hectárea; en cambio, para el estado de Sinaloa la superficie sembrada y cosechada fue de 2,716 y 2, 665 ha, respectivamente, cuya producción total y por hectárea fue de 145, 755 y 54,694 toneladas (SIAP, 2013). Sin embargo, en el proceso de producción del pepino se presentan muchos factores, bióticos y abióticos que limitan su siembra y producción; entre los primeros se encuentran los agentes fitopatógenos, como son: hongos, bacterias, nematodos, virus, entre otros. Los nematodos son organismos pluricelulares, que carecen de sistema circulatorio y respiratorio, y al menos en alguna etapa de su vida son vermiformes; pueden observarse en distintos hábitats como el mar, agua dulce, animales, suelo y plantas, entre otros; se presentan en forma abundante en los suelos, algunos contribuyen en la fertilidad de los suelos, en tanto otros, se comportan como parásitos de las plantas superiores. Dentro de este último grupo se encuentra el género *Meloidogyne*, sus especies tienen una elevada capacidad de evolución y adaptación, que les ha permitido tener un rango de hospedantes superior a las 2000 especies de plantas, por tanto, se ha convertido en un factor limitante en la

producción agrícola del mundo (Baicheva *et al.*, 2002; Sasser, 1980). Este nematodo posee una gran capacidad de desarrollo, se reproduce partenogénicamente y se llevan a cabo varias generaciones en cada uno de los cultivos durante el ciclo agrícola, trayendo consigo cuantiosas pérdidas en la producción (De Waele y Elsen, 2007). En consecuencia, es necesario encontrar opciones sustentables o con menor impacto en el ambiente que permitan el manejo del nematodo agallador, y al mismo tiempo cuidar los recursos naturales de nuestro planeta para las futuras generaciones, productos derivados de neem, ajo, quillaja y bacterias pueden ser alternativas en el combate del nematodo agallador en las hortalizas y cultivos agrícolas en lo general. La abamectina es derivada de la bacteria *Streptomyces avermitilis*, y su actividad como nematocida está reportada desde 1979 y actualmente su eficacia está comprobada contra *Meloidogyne* en tomate y tabaco (Garabedian y Van Gundy, 1983; Sasser *et al.*, 1982 y López-Pérez *et al.*, 2011). Por otra parte, se menciona que extractos de plantas de neem tienen propiedades que inhiben la eclosión de los huevecillos y el desarrollo de *Meloidogyne* spp. (Salaw, 1992), asimismo, el uso de extractos de semilla de neem en drench e inmersión radical indujo una reducción significativa de las agallas radicales en calabaza (Yasmin *et al.*, 2003). De igual manera, extractos de bulbos de ajo aplicados a concentraciones de 0.05 y 10 % suprimieron la eclosión de huevecillos de *Meloidogyne incognita* en un 80.6 y 98.8%, respectivamente; los extractos de los bulbos también mostraron alta toxicidad sobre las larvas del nematodo agallador (Gupta y Sharma, 1991). Por otra parte, las investigaciones realizadas con extracto de *Quillaja saponaria* sobre el nematodo agallador, indican que los resultados obtenidos no son consistentes,

ya que los nematodos expuestos a extractos acuosos a concentraciones de 2.5, 5.0 y 10 ml/L perdieron movilidad, pero cuando se transfirieron al agua los nematodos que se habían sometido al extracto acuoso por seis días, un porcentaje importante recuperó su movilidad (Giacometti *et al.*, 2010), también en otro trabajo se observó que la utilización de QL Agri (extracto de *Quillaja saponaria*) contra *Radopholus similis*, resultó ser estadísticamente similar al testigo absoluto (Martinuz *et al.*, 2011)

De acuerdo con la información anterior, se consideró conveniente realizar el presente trabajo donde se planteó la siguiente hipótesis y objetivo:

II. Hipótesis

- La utilización de extractos vegetales (ajo, neem y quillaja) y abamectina reducen los daños ocasionados por *Meloidogyne* en el cultivo de pepino.

III. Objetivo

- Determinar el impacto de de extractos vegetales (ajo, neem y quillaja) y abamectina sobre el combate del nematodo agallador en pepino.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. El nematodo agallador (*Meloidogyne* spp.)

4.1.1. Importancia del género *Meloidogyne*

Los nematodos fitoparásitos están ampliamente distribuidos en suelos naturales y cultivados en todo el mundo, el género *Meloidogyne* es el más importante por su distribución, el rango de hospedantes y los daños que origina en las plantas cultivadas, este parásito además de afectar directamente a los cultivos agrícolas, puede predisponerlos a la infección por hongos, virus y bacterias (Agrios, 1997). El daño por el nematodo agallador en los cultivos agrícolas se incrementa en las regiones de clima tropical, porque hay condiciones más favorables para la infección, desarrollo, reproducción y diseminación de estos parásitos (Moens *et al.*, 2009). En Centro América se reportan mermas en la producción que varían del 10 al 50% en cucurbitáceas y un poco más del 10% en hortalizas (Pinochet, 1987). De igual manera, otros investigadores reportan daños del 25 al 50% en la producción agrícola a consecuencia del grupo de parásitos antes citado (Taylor y Sasser, 1983). El umbral económico se ha determinado en algunos cultivos y puede variar de 0.5 a 2.0 larvas del segundo estado juvenil por gramo de suelo, o 1000 individuos por 500 cm³ (Greco y Divito, 2009). En California se ha determinado que una densidad poblacional de 40 J2 del nematodo agallador en 100 cm³ de suelo antes del planteo puede causar pérdidas en la producción del 30 % (Westerdahl y Becker, 2011). En México, *Meloidogyne* es el nematodo de mayor importancia por su distribución geográfica, la gran cantidad de cultivos que

infecta y su impacto en la disminución de la cantidad y calidad de la producción en hortalizas, cultivos básicos y frutales.

El nematodo agallador del género *Meloidogyne*, tiene una elevada capacidad de evolución y adaptación, que le ha permitido tener un rango de hospedantes superior a las 2000 especies de plantas, por tanto, se ha convertido en un factor limitante en la producción agrícola del mundo (Baicheva *et al.*, 2002; Sasser, 1980). Este nematodo posee una gran capacidad de desarrollo, se reproduce partenogénicamente y se llevan a cabo varias generaciones en cada cultivo durante el ciclo agrícola, trayendo consigo cuantiosas pérdidas en la producción (De Waele y Elsen, 2007). La relación parásito hospedante manifiesta una interacción compleja, donde el nematodo se alimenta de células vivas modificadas en las raíces, mismas que son sitios permanentes de alimentación y se les denomina células gigantes, en este proceso también se induce la formación de las agallas (Goberse *et al.*, 2000; Moens *et al.*, 2009).

La respuesta de las plantas a la infección por *Meloidogyne* se manifiesta en la parte aérea de la planta como marchitez, clorosis, achaparramiento y menor producción a consecuencia de las lesiones, agallamientos y necrosis que impiden la formación de raíces normales, esto a su vez limita la absorción de agua y los elementos que requieren los vegetales para su desarrollo (Agrios, 2005; Godoy *et al.*, 2000; Luc *et al.*, 2005; Perry y Moens, 2006; Castillo y Vovlas, 2007).

4.1.2. Distribución de *Meloidogyne* en México

Es frecuente observar la presencia del nematodo agallador en regiones tropicales como subtropicales, así como en lugares con temperaturas muy bajas; su amplia distribución se debe a su gran capacidad evolutiva para sobreponerse a las condiciones ambientales desfavorables, a su potencial reproductivo y a variadas formas de diseminación (Taylor y Sasser, 1978). Las especies más importantes de *Meloidogyne* son cuatro, de éstas *M. incognita*, *M. arenaria* y *M. javanica* se encuentran en regiones de clima tropical, en tanto, *M. hapla* prevalece lugares templados; el nematodo agallador infecta cucurbitáceas, solanáceas y leguminosas, entre otras (Moens *et al.*, 2009; Montes-Belmont, 2000). En México, el género *Meloidogyne* está distribuido en gran parte de las entidades federativas, debido al rango de hospedantes tan amplio que posee y a la diversidad de cultivos existentes en el país, *M. hapla* está presente en el Distrito Federal y en los estados de México, Guerrero, Guanajuato, Jalisco, Nayarit, Puebla y Zacatecas; *M. incognita* en Baja California Norte, Colima, Chiapas, Durango, Estado de México, Guerrero, Guerrero, Michoacán, Nayarit, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Tlaxcala y Veracruz; también *M. javanica* está reportada en el Estado de México, Colima, Morelos, Nayarit, Tlaxcala y Veracruz (Montes-Belmont, 2000). Por otra parte, un estudio realizado en el ciclo agrícola 1995, se colectaron muestras en 47 localidades ubicadas en 18 estados de México, las muestras incluyeron suelo y raíces de 18 cultivos, en los que se incluyeron hortalizas, básicos, frutales y ornamentales. Obteniéndose un total de 56 poblaciones, de las cuales correspondieron 60.7% a *Meloidogyne incognita*,

21.4% a *M. arenaria*, 12.5% a *M. javanica* y un 5.3% para *M. hapla* (Cid del Prado *et al.*, 2001).

4.1.3. Ciclo biológico del género *Meloidogyne*

El ciclo biológico del género *Meloidogyne* inicia con la producción de huevecillos de la hembra, mismos que son ovipositados en una matriz gelatinosa, donde están agrupados y son protegidos de las condiciones adversas del ambiente en que se encuentran, en cada masa puede haber hasta más de 1000 de huevecillos, una vez que termina el desarrollo embrionario se forma una larva dentro del huevecillo (J1), después se lleva a cabo la primer muda para dar lugar al segundo estado juvenil (J2), el cual sale en búsqueda del hospedante cuando eclosiona el huevo, luego penetran en el tejido radical a través de fuerza física y la secreción de enzimas que destruyen la pared celular, favoreciendo el establecimiento y la alimentación en el interior de la raíz (Davis *et al.*, 2000). De existir condiciones desfavorables de humedad, temperatura, o falta del hospedante, los huevos se mantienen viables en la matriz gelatinosa durante varios meses.

Una vez que el J2 llega hasta el sitio de alimentación donde se fija y se convierte en sedentario; inmediatamente después inyecta sustancias que inducen la formación de células gigantes y la multiplicación excesiva de células, esto último origina la formación de las agallas. Conforme se alimenta el segundo estado juvenil, el nematodo se torna en forma de salchicha y las gónadas se alargan. Al avanzar su desarrollo, el cuerpo del nematodo tiende a engrosar más. Después de la cuarta muda, las hembras adquieren forma piriforme y entonces está en

condiciones de secretar la masa gelatinosa (matriz) donde coloca los huevos. A diferencia de las hembras, los machos se tornan filiformes después de la cuarta muda, por tanto, hay un marcado dimorfismo sexual (Taylor y Sasser, 1983).

4.2. Antecedentes del uso de la abamectina en el control del nematodo agallador

En 1979 se reportó la actividad antihelmíntica de la abamectina, una mezcla de avermectina B1a y B1b (Burg *et al.*, 1979; Egerton *et al.*, 1979; Miller *et al.*, 1979). Estas avermectinas son lactonas macrocíclicas derivadas de *Streptomyces avermitilis*, la cual es una bacteria Gram positiva (Streton, *et al.*, 1987), su producción sintética ha sido usada para el control de diferentes artrópodos y nematodos fitoparásitos (Campbell, 1989; Lasota y Dybas, 1991), actualmente se vende como Agrimec, Agriver, Estruendo y Globectina, entre otros. Actualmente, la agricultura moderna requiere del manejo sustentable de los nematodos fitoparásitos, debido a que es necesario cuidar los recursos naturales de nuestro planeta, evitando o disminuyendo la contaminación del suelo, agua, aire, vegetales, animales y humanos.

Cuando se exponen las avermectinas a la fotólisis, la vida media en películas delgadas de agua, agua y suelo es 6, 12 y 21 horas, respectivamente (Wislocki *et al.*, 1989), por otra parte, su translocación en las plantas de las partes tratadas a las no tratadas es baja, estudios de campo en árboles de cítricos, los residuos de avermectina B1a resultaron en la formación de compuestos volátiles y en

concentraciones muy bajas, por tanto, la exposición de los trabajadores y consumidores a la avermectina es mínima (Maynard *et al.*, 1989). Las avermectinas no son fácilmente hidrolizadas porque son sustancias altamente lipofílicas que se disuelven en la mayoría de los solventes orgánicos, pero en agua su solubilidad es relativamente baja (0.006 a 0.009 mg/L). En suelos con pH de 5 a 9, la vida media es de 20 a 47 días, finalmente, la avermectina es degradada a 13 productos distintos, la mayoría de estos últimos son de una a tres veces menos tóxicos que del producto que se derivaron (Wislocki *et al.*, 1989). La avermectina es un pesticida inmóvil en el suelo y no es absorbido del suelo por las plantas, aunque ciertos compuestos que se forman durante la degradación si pueden ser translocados (Bull *et al.*, 1984). La descomposición de la avermectina en suelo y agua resulta en productos no fitotóxicos, y su acumulación y persistencia es mínima (Wislocki *et al.*, 1989). No posee propiedades contra hongos ni bacterias (Fisher y Mrozik, 1989), la aplicación de 0.028 Kg de i.a. por hectárea no afectó la habilidad de las bacterias fijadoras de nitrógeno para que convirtieran el ion amonio en nitrato (Wislocki *et al.*, 1989), asimismo, ha mostrado baja toxicidad en otros microorganismos benéficos y en microbios que habitan en el suelo (Dybas, 1989; Lasota y Dybas, 1990).

El modo de acción de las avermectinas depende del microorganismo, nivel de sensibilidad de una determinada especie o raza y de la solubilidad (Turner y Schaeffer, 1989). En el primer modo, hay una correlación entre la sensibilidad a la abamectina y la presencia de mecanismos sensibles al ácido aminobutírico, el cual involucra el intercambio con cloruro (Stretton, 1987), por tanto, las avermectinas

son antagonistas del ácido aminobutírico en los nematodos. En la segunda forma de acción de las avermectinas, estimulan la liberación del ácido aminobutírico de las terminales presinápticas inhibidas (Kass *et al.*, 1984). Ambas formas de actuar de las avermectinas difieren de los nematicidas no fumigantes que inhiben la colinesterasa (Bunt, 1987). Por otra parte, se menciona que la respuesta de los nematodos a las avermectinas es trifásica (Wright *et al.*, 1983), cuando se exponen 10 minutos son inactivados, pero pueden recuperarse parcialmente después de 30 minutos; con 120 minutos de exposición a las avermectinas hay una pérdida irreversible del movimiento de los nematodos; además, reducen la eclosión de los huevecillos y disminuyen la utilización de oxígeno en los juveniles de los nematodos (Cayrol *et al.*, 1993). Con base en la información anterior, es evidente que las avermectinas afectan el movimiento y el comportamiento de los nematodos.

La abamectina que se ha desarrollado para la protección de los cultivos, poseen una mezcla de avermectina B1a y avermectina B1b en una proporción 4:1 (Wislocki *et al.*, 1989). Las formulaciones líquidas y en gránulos ofrecen una amplia distribución del ingrediente activo en el perfil del suelo. En plantas de tabaco la cantidad de huevecillos de la raza 1 de *Meloidogyne incognita* se redujo entre 21 y 86% cuando se aplicó de 0.05 a 0.50 kg de i.a. por hectárea (Sasser *et al.*, 1982). Otros investigadores indican que con el uso de abamectina (0.093 a 0.31 kg de i.a./ha) lograron disminuir el agallamiento radical de *M. incognita* en el cultivo de tomate (Garabedian y Van Gundy, 1983), de igual manera, la utilización de avermectinas a una concentración de 0.125 a 0.5 ppm, disminuyó el

agallamiento radical inducido por *M. incognita* en plantas de tomate cuando se usó en drench (chipiado) en sustrato de lana de roca (López-Pérez *et al.*, 2011).

4.3. Antecedentes del uso de la azadiractina en el control del nematodo agallador

El neem (*Azadirachta indica* A. Juss) es un árbol de la familia de las meliáceas, cuyas semillas se encuentra la azadiractina y otras sustancias químicas, en 1927 se descubrió que el neem no fue atacado por una invasión de langosta en la India, a partir de entonces se realizaron muchas investigaciones y el resultado fue que el neem combate más de 100 insectos plaga, ácaros y nematodos, las semillas tienen en promedio de 2 a 4 mg de azdiractina por gramo de semilla fresca (Wendt, 1989). Está reportado que extractos de plantas de neem tienen propiedades que inhiben la eclosión de los huevecillos y el desarrollo de *Meloidogyne* spp. (Salaw, 1992). Por otra parte, se menciona que extractos de semilla de neem en drench e inmersión radical indujo una reducción significativa de las agallas radicales en calabaza, asimismo, se encontró que el extracto fue letal para los juveniles de *M. javanica* (Yasmin *et al.*, 2003). En otra investigación se observó que después de 16 semanas de aplicado el extracto acuoso de neem, disminuyó el número de masas de huevecillos de *M. javanica* y el índice de agallamiento radical (Nazir *et al.*, 2007). Un estudio realizado en el cultivo de tomate para combatir a *Meloidogyne incognita* mostró que una formulación con aceite de neem, oxamil y el extracto acuoso de quillay incrementaron significativamente la producción de tomate, respecto al testigo absoluto; aunque

los que más contribuyeron en reducir el agallamiento radical fueron oxamil y la formulación con neem (D'errico *et al.*, 2011). De igual manera, un trabajo realizado en plantas de tomate mostró que los extractos vegetales de cebolla, chile y neem contribuyeron en el manejo de *Meloidogyne incognita*, encontrándose la menor cantidad de hembras y masas de huevecillos en las plantas tratadas con chile, y le siguieron en orden descendente la cebolla y el neem, mientras que la utilización del extracto de clavo fue el que menos contribuyó en reducir la cantidad de hembras en las raíces, es importante indicar que el mayor peso de la parte aérea de la planta se logró con la utilización de neem (Aleem-Kahn, *et al.*, 2011).

4.4. Antecedentes del uso de *Quillaja saponaria* en el control del nematodo agallador

Los constituyentes de las plantas pueden afectar la muda, la oviposición y las hormonas en los nematodos fitoparásitos (Barker *et al.*, 1994). Una de las sustancias químicas que se encuentran en el reino vegetal son las saponinas (Sainz, 1999), mismas que se encuentran en todas las partes de la planta, en la corteza 11.6 %, en las ramas 10 %, en la madera 8.8% y en las hojas 6.1 % (Conchard, 1997). El instituto de investigaciones Fitopatológicas de la Universidad del Cairo reportó que las saponinas en concentraciones de 280 ppm lograba controlar a *Meloidogyne* spp., y que la efectividad sobre el control aumentaba al incrementar la concentración de saponinas (Sainz, 1999). En ensayos de laboratorio con saponinas esteroidales y triterpénicas se logró la mortalidad de *Meloidogyne incognita* a las 72 horas con 200-250 mg/ml y en 24 horas cuando la concentración aumento a 1000 mg/ml (Urzúa, 2000).

Resultados similares a los encontrados con Namacur y Mocap se han obtenido con el extracto de quillaja en vid y limón, sin embargo, este último producto también se reporta como un surfactante que favorece la absorción de nutrientes, estimula el crecimiento de la planta y el desarrollo de microorganismos benéficos en el suelo (Sainz, 1999; Sánchez, 2006). Debido a lo antes mencionado, frecuentemente se encuentran en el mercado diversos productos a base de *Quillaja saponaria* para el combate de nematodos fitoparásitos.

Para evaluar la efectividad de un extracto acuoso compuesto de *Quillaja saponaria*, *Yucca schidigera* y *Tagetes* spp. sobre *Meloidogyne incognita* y *Heterodera daverti* se estableció una investigación bajo condiciones *in vitro*; las concentraciones probadas fueron 2.5, 5.0 y 10.0 ml/L agua; también se consideró un tratamiento químico ethoprophos (1.5 ml/L agua) y un testigo absoluto; los nematodos del segundo estado juvenil fueron expuestos durante 24 días y la efectividad de los productos se evaluó cada dos días. Todas las concentraciones del extracto acuoso suprimieron la movilidad de *M. incognita* respecto al control absoluto, sin embargo, la concentración de 2.5 ml/L solo disminuyó la movilidad de ambas especies de nematodos en los primeros diez días; también se observó que el efecto sobre la inmovilidad de los nematodos se incrementó conforme aumentaba la concentración del extracto y el tiempo de exposición, indudablemente el ethoprophos fue más efectivo que todas las concentraciones del extracto acuoso hasta los 18 días. Es importante señalar que al transferir los nematodos al agua, una vez que estuvieron expuestos seis días al extracto

acuoso, un porcentaje importante recuperó la movilidad, en consecuencia, su efecto contra los nematodos tiene impacto nematostático aunque también está reportado como nematocida (Giacometti *et al.*, 2010). Asimismo, una investigación realizada en el cultivo de plátano sobre la población de *Radopholus similis*, mostró que la utilización de QL Agri (extracto de *Quillaja saponaria*) resultó ser estadísticamente similar al testigo absoluto (Martinuz *et al.*, 2011)

4.5. Antecedentes del uso de ajo en el control del nematodo agallador

En un experimento realizado en macetas se observó que la incorporación de bulbos de ajo al suelo dos días antes de inocular 5000 huevecillos de *Meloidogyne incognita* por maceta, y la adición en forma simultánea del ajo y el inóculo del nematodo, causó una reducción en el agallamiento radical (89.9-93.3 %) y en la cantidad de masas de huevecillos (91.1-93.8 %) en plantas de girasol (Ibrahim *et al.*, 2007). En otra investigación reciente con extractos vegetales, dos especies de *Pseudomonas* y Vydate 10 G, se encontró que con extractos frescos de hojas de neem (*Azadirachta indica*), ajo (*Allium sativum*) y clavelón africano (*Tagetes erecta*) se logró reducir el número de huevecillos y el índice de agallamiento a los 40 y 60 días después de la inoculación en plantas de tomate, respecto al testigo absoluto; no obstante, *Pseudomonas fluorescens* y *P. aeruginosa* originaron significativamente menor cantidad de huevos que los extractos antes referidos, pero en relación con el índice de agallamiento (IA), *Pseudomonas fluorescens* tuvo un comportamiento similar al neem y al ajo, pero significativamente menor que el clavelón solo a los 40 días, finalmente el tratamiento que más redujo las variables antes citadas fue el testigo comercial con

Vydate 10 G (Abo-Elyousr *et al.*, 2010). También en una evaluación de cinco aceites esenciales de romero, tomillo, menta, ajo y ajonjolí, contra *Meloidogyne incognita* raza 2 se demostró que los aceites esenciales de ajo y tomillo fueron los que más disminuyeron las masas de huevecillos y el agallamiento radical (Cetintas y Yarba, 2010).

El aceite esencial de ajo y sus componentes volátiles tienen propiedades fumigantes contra varias plagas y patógenos de plantas, incluyendo los nematodos fitoparásitos, el disulfuro de dialilo es uno de los componentes volátiles (Vernin y Metzger, 1991). La actividad nematocida del disulfuro de dialilo contra *Meloidogyne javanica* en plantas de tomate, fue muy evidente cuando se aplicó dos veces (al establecer el experimento y siete días después), observándose 76.4 hembras en las raíces tratadas con el producto referido, en tanto, el testigo absoluto poseía 243 (Anatasiadis *et al.*, 2011).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Experimento bajo condiciones de invernadero

5.1.1. Colecta de suelo infestado en forma natural

El presente estudio se inició con la colecta de suelo infestado por *Meloidogyne* en terrenos de la agrícola “Sol y Arena y Anthony” la cual se encuentra ubicada en el Ejido Culiacán, Cruz de Elota, Sinaloa. Se colectaron aproximadamente 800 kg de suelo que estaban en contacto con raíces de chile bell pepper severamente afectadas por el nematodo agallador. El suelo se transportó a la Facultad de Agronomía; posteriormente éste se homogeneizó y se tomaron 16 muestras (1 kg por muestra) al azar para determinar la población inicial del segundo estado juvenil del nematodo agallador.

5.1.2. Metodología para la extracción de larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne*

La metodología que se utilizó para la extracción de larvas de *Meloidogyne* fue a través de la técnica Tamiz-Embudo de Baerman con el siguiente procedimiento: el contenido de suelo de cada muestra se depositó sobre una mesa para desbaratar cuidadosamente los terrones, una vez mullido el suelo se dividió en cuadrantes, y de cada uno se tomaron 50 centímetros cúbicos (cc) de suelo, dando un total de 200 cc por cada muestra procesada; mismo que se pasó a una probeta que contenía 800 ml de agua, aforándose a 1000 ml, inmediatamente después se agitó hasta que se mezcló bien el suelo con el agua y se vació el contenido en una cubeta de plástico (A) que contenía diez litros de agua, el contenido de esta

cubeta se agitó para deshacer los pequeños grumos de suelo y se dejó reposar por veinte segundos, para que las partículas de suelo más gruesas de suelo se sedimentaran en el fondo de la cubeta y los nematodos quedaran flotando en el agua. Una vez transcurrido el tiempo de reposo, el contenido de la cubeta (A) se trasladó a otra cubeta (B) a través de un tamiz de 200 mallas por pulgada cuadrada (mppc), con el objetivo de eliminar restos vegetales principalmente.

Posteriormente, el contenido de la cubeta (B), se agitó nuevamente y se dejó reposar de nuevo por veinte segundos para pasarla de regreso a la cubeta (A) a través de un tamiz de 325 (mppc). Este último retiene las partículas finas de suelo y las larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne*. Todo lo retenido en el tamiz de 325 (mppc) se colocó sobre un kleenex, mismo que estaba sobrepuesto en una malla metálica, después se cubre la parte superior de la muestra de suelo con el kleenex, y finalmente se coloca sobre un embudo con agua, una vez transcurridas veinticuatro horas, se llevó a cabo la extracción de 20 ml de agua en cada una de las muestras de suelo procesadas, donde se identificaron y cuantificaron las larvas de *Meloidogyne*.

5.1.3. Identificación y cuantificación de larvas de *Meloidogyne*

La identificación y cuantificación de larvas de *Meloidogyne* se hizo a través del microscopio biológico. La identificación se llevó a cabo con base en las características morfológicas que a continuación se indican, la larva del segundo estado juvenil es veriforme con una longitud de 280-500 micras, su cutícula es

anillada, la región cefálica no se presenta separada del resto del cuerpo, el tamaño del estilete varia de 10-20 micras de longitud, es delgado y con nódulos basales bien definidos; el esófago es típicamente tylenchoide, la glándula esofágica esta sobrepuesta ventralmente y la cola es conoide (Cepeda, 1996). Para cuantificar las larvas de *Meloidogyne*, se agitó cada frasco de 20 ml de agua con nematodos que corresponde a una muestra de suelo. Inmediatamente después se tomó un mililitro y se colocó en un vidrio de Siracuse cuadrulado para facilitar el conteo de las larvas en el microscopio, esto se repitió tres veces y finalmente cada cantidad correspondió a la media de tres lecturas, lo anterior se realizó en el laboratorio de Nematología de la Facultad de Agronomía de Universidad Autónoma de Sinaloa.

5.1.4. Población inicial de larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne*

Del suelo que se utilizó como fuente de inóculo de *Meloidogyne*, se tomaron 16 muestras de suelo al azar de 1.0 Kg y se llevaron al Laboratorio de Nematología de la Facultad de Agronomía de Universidad Autónoma de Sinaloa. La cantidad de suelo procesado por muestra fue de 200 cc de suelo. Posteriormente se identificaron y cuantificaron las larvas del segundo estado juvenil, obteniéndose una población inicial promedio de 764 larvas de *Meloidogyne* por cada 200 cc de suelo.

5.1.5. Establecimiento y localización del experimento

El experimento se estableció en el invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizado en el km 17.5 de la maxipista Culiacán-Eldorado, Sinaloa, México. Las coordenadas del lugar son: 24° 48' 30" de latitud norte y 107° 24' 30" de latitud oeste, la altura sobre el nivel del mar es de 38.54 m (CNA, 1996). La siembra se realizó el 10 de junio de 2012 en forma directa, colocando cuatro semillas en cada una de las macetas que contenían 3 kg de suelo naturalmente infestado por *Meloidogyne* ssp. Una vez que las plantas emergieron se dejaron dos por unidad experimental. Para evitar el desarrollo de bacterias y hongos fitopatógenos en el sistema radical de las plantas de pepino (Poinsett) se aplicaron productos al suelo como propamocarb, fenamidona y sulfato de estreptomicina. Asimismo, se asperjaron insecticidas y fungicidas al follaje de las plantas para combatir a las plagas y enfermedades fungosas que se presentaron.

5.1.6. Diseño experimental y tratamientos

El diseño experimental que se utilizó fue bloques completos al azar con ocho repeticiones, donde cada unidad experimental consistió de una maceta con dos plantas. Los tratamientos considerados se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el manejo de *Meloidogyne* en el cultivo de pepino, bajo condiciones de invernadero. Culiacán, Sinaloa, México, 20012.

TRATAMIENTO

- 1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L
 - 2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L
 - 3.- Vydate (oxamil 24%) 0.1 ml/L
 - 4.- Vydate (oxamil 24%) 0.2 ml/L
 - 5.- QL (extracto de *Quillaja* 30%) 1ml/L
 - 6.- QL (extracto de *Quillaja* 30%) 2 ml/L
 - 7.- Agriver (abamectina 1.8%) 0.2 ml/L
 - 8.- Estruendo (abamectina 1.8%) 0.2 ml/L
 - 9.- Ecozin (azadiractina 3%) 0.1 ml/L
 - 10.- Durivo (tiametoxam 17.6% + Clorantraniliprol 8.8%) 0.2 ml/L
 - 11.- Testigo absoluto (agua)
-

5.1.7. Variables estudiadas

Las variables que se investigaron en este experimento fueron porcentaje de agallamiento radical (AR), pudrición radical (PR), altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT) y peso fresco (PF) a los 71 días después de la siembra (DDS); en tanto, la cantidad de plantas marchitas se evaluó a los 47, 53, 62 y 71 DDS.

Agallamiento radical

Las plantas se cortaron a la altura del primer entrenudo, posteriormente se extrajo la raíz de la maceta y se lavó en agua corriente para facilitar la observación de la raíz con los síntomas típicos inducidos por *Meloidogyne*. El porcentaje de agallamiento radical se evaluó al terminar el experimento, para llevar a cabo la

evaluación de esta variable se consideró la cantidad de sistema radical con presencia de agallas y el total de la raíz por planta en cada unidad experimental.

Pudrición radical

El porcentaje de pudrición radical se cuantificó al finalizar el experimento, observando detalladamente el sistema radical necrosado y sano de cada planta en las diferentes unidades experimentales.

Altura de la planta

Para llevar a cabo la evaluación de esta variable, se midió la distancia de la planta desde el cuello hasta el ápice de la misma. La cuantificación de esta variable se efectuó usando una cinta métrica flexible para facilitar su medición.

Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se midió con un vernier metálico en el primer entrenudo de la planta, antes de que las plantas fueran sacadas de las macetas.

Peso fresco de la parte aérea de la planta

Inmediatamente después de cortar las plantas, se introdujeron en bolsas de papel para ser pesadas en una balanza triple en las instalaciones del laboratorio de Nematología de la Facultad de Agronomía.

Plantas marchitas

La variable plantas marchitas se cuantificó conforme iban apareciendo, asimismo, se aprovechó para evaluar el resto de las variables consideradas en la presente investigación.

5.1.8. Análisis estadístico

Algunos de los datos obtenidos de las variables anteriores se transformaron antes de ser analizados con el propósito que cumplieran los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, posteriormente se les realizó el análisis de varianza y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($P=0.05$). Los que no cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza, se analizaron con estadística no paramétrica, donde los datos fueron transformados a rangos a través de la prueba de rangos de Friedman (Castillo, 2000; Ramírez y López, 1993).

5.2. Experimento bajo condiciones *in vitro*

5.2.1. Establecimiento y localización del experimento

El experimento se estableció el 28 de abril de 2012 en el laboratorio de Nematología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, localizada en el km 17.5 de la maxipista Culiacán-Eldorado, Sinaloa, México.

5.2.2. Obtención del inóculo de *Meloidogyne* (segundo estado juvenil)

Los juveniles de *Meloidogyne* se obtuvieron de un suelo altamente infestado con el nematodo agallador de la agrícola Agrosabino en Culiacán, Sinaloa, México.

5.2.3. Diseño experimental y tratamientos

El trabajo se realizó bajo un diseño completamente al azar, los tratamientos considerados fueron siete (extracto de ajo 0.1 y 0.2 ml/L), QL Agri 35 (0.5 y 1.0 ml/L), Vydate L (0.05 y 0.1 ml/L) y un testigo absoluto (solo agua); cada unidad experimental constó de un frasco con capacidad de 50 ml, mismo que contenía de 20 ml de agua con larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne*, extraídas a través de la técnica Tamiz-Embudo 24 horas antes de someterlas a los tratamientos referidos anteriormente. La cantidad de repeticiones por tratamiento fueron cuatro.

5.2.4. Extracción y conteo de la población del segundo estado juvenil de *Meloidogyne*

La técnica que se usó para la extracción de nematodos fue la conocida como Tamiz-Embudo de Baerman. El conteo de los juveniles del nematodo agallador se efectuó observando 100 ejemplares detenidamente al microscopio biológico (Leyca) en cada unidad experimental, esto se repitió tres veces y finalmente cada porcentaje obtenido correspondió a la media de tres lecturas.

5.2.5. Variable evaluada

La variable que se estudió en este trabajo fue el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas después de exponerlos a cada uno de los tratamientos antes indicados.

5.2.6. Análisis estadístico

Los datos registrados se analizaron estadísticamente a través de la prueba de rangos de Kruskal-Wallis (Castillo, 2000).

VI. RESULTADOS

6.1. Experimento bajo condiciones de invernadero

6.1.1. Agallamiento radical

El análisis de los datos obtenidos a los 71 días después de la siembra (DDS) a través de la prueba de Friedman, manifestó que los tratamientos indujeron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) en la variable porcentaje de agallamiento radical (PAR) en las plantas de pepino. El PAR varió de un 15.62% a un 94.06%, observándose una mayor expresión de la variable en las plantas del testigo absoluto (94.6%), y en las que recibieron los tratamientos QL 2 ml/L (93.1%), QL 1 ml/L (90.6%) y Agriver 0.2 ml/L (80.3%), mismos que no presentaron una diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre ellos. Sin embargo el efecto de este último tratamiento, también resultó ser similar al logrado por el Ecozin 0.1 ml/L (75.0%) y Durivo 0.2 ml/L (62.5%). Otro grupo que mostró una tendencia de menor agallamiento fue donde se aplicaron extracto de ajo 0.2 ml/L (60.6%), Estruendo 0.2 ml/L (55.6%) y Vydate 0.1 ml/L (55.6%); no obstante, fueron estadísticamente similares al impacto ejercido por los tratamientos Ecozin 0.1 ml/L y Durivo 0.2 ml/L. Finalmente, la mayor reducción en el agallamiento radical se obtuvo con el uso de extracto de ajo 0.4 ml/L (35.0%) y Vydate 0.2 ml/L (15.6%), aunque sólo el efecto del último fue significativamente diferente ($Pr \leq 0.05$) de los nueve tratamientos restantes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de agallamiento en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra (dds). Culiacán, Sinaloa, México, 2012.

Tratamientos	Medias ¹	Rangos ²
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	60.6	4.43 cd
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	35.00	2.56 de
3.- Vydate 0.1 ml/L	55.6	4.12 cd
4.- Vydate 0.2 ml/L	15.6	1.25 e
5.- QL 1ml/L	90.6	9.25 a
6.- QL 2 ml/L	93.12	9.43 a
7.- Testigo absoluto (agua)	94.6	9.93 a
8.-Agriver 0.2 ml/L	80.31	7.43 ab
9.- Estruendo 0.2 ml/L	55.62	4.4 cd
10.- Ecozin 0.1 ml/L	75.00	6.25 bc
11.- Durivo 0.2 ml/L	62.5	5.50 bc

¹Medias del porcentaje de agallamiento.

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Friedman.

6.1.2. Pudrición radical

El análisis de los datos con la prueba de rangos de Friedman, indicó que los tratamientos indujeron un efecto significativo ($P \geq 0.05$) sobre el porcentaje de pudrición radical en las plantas de pepino (Cuadro 3). Apreciándose el mayor daño en las raíces del testigo absoluto (93.2%), QL 2.0 ml/L (88.2%) y QL 1.0 ml/L (88.7%). No obstante, el impacto de los tratamientos con QL también fueron similares estadísticamente al ejercido por el extracto de ajo 0.2 ml/L (75.0%), Agriver 0.2 ml/L (73.8%), Ecozin 0.1 ml/L (73.2%) y Durivo 0.2 ml/L (67.5%). El menor porcentaje de daño radical se detectó donde se utilizó el Estruendo 0.2 ml/L

(58.2%), Vydate 0.1 ml/L (55.6%), Extracto de ajo 0.4 ml/L (55.0%), y Vydate 0.2 ml/L (54.4%). Sin embargo, únicamente el último tratamiento mencionado causó una disminución en la variable significativamente diferente de los tratamientos (testigo absoluto, ambas concentraciones de QL y extracto de ajo 0.2 ml/L). También es de interés resaltar que aunque el nivel de daño observado donde se usó extracto de ajo a 0.2 y 0.4 ml/L varió considerablemente del 75 al 55%, aunque estadísticamente no se detectaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) entre estos.

Cuadro 3. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de pudrición radical en plantas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012.

Tratamientos	Medias ¹	Rangos ²
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	75.0	6.93 b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	55.0	3.50 c d
3.- Vydate 0.1 ml/L	55.6	3.68 c d
4.- Vydate 0.2 ml/L	54.4	3.06 d
5.- QL 1 ml/L	88.7	9.87 a b
6.- QL 2 ml/L	88.2	9.81 a b
7.- Testigo absoluto	93.2	10.87 a
8.- Agriver 0.2 ml/L	73.75	6.68 b c d
9.- Estruendo 0.2 ml/L	58.2	3.43 c d
10.-Ecozin 0.1 ml/L	73.2	6.56 b c d
11.- Durivo 0.2 ml/L	67.5	6.16 b c d

¹Medias del porcentaje de necrosis radical.

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Friedman.

6.1.3. Altura de las plantas

El análisis de varianza de los datos obtenidos a los 71 días después de la siembra, manifestó que la altura de las plantas de pepino no presentaron diferencias significativas ($P \geq 0.05$) por el efecto de los tratamientos (Cuadro 4), misma que fluctuó entre 133.1 y 151.9 cm, observándose que las más grandes correspondieron al tratamiento QL 2 ml/L y las de menor altura se encontraron donde se aplicó el Agriver 0.2 ml/L. Las plantas del resto de los tratamientos presentó un promedio de 133.3 a 145.3 cm de altura.

Cuadro 4. Efecto de los tratamientos sobre la altura (cm) en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2012.

Tratamientos	Medias ¹
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	133.3 a
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	143.9 a
3.- Vydate 0.1 ml/L	135.7 a
4.- Vydate 0.2 ml/L	139.1 a
5.- QL 1 ml/L	139.6 a
6.- QL 2 ml/L	151.9 a
7.- Testigo absoluto	142.4 a
8.- Agriver 0.2 ml/L	145.3 a
9.- Estruendo 0.2 ml/L	140.4 a
10.-Ecozin 0.1 ml/L	133.1 a
11.- Durivo 0.2 ml/L	139.1 a

¹Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Tukey.

6.1.4. Diámetro del tallo

El análisis de Friedman manifestó que hubo un efecto significativo ($P \geq 0.05$) de los tratamientos sobre el diámetro del tallo de las plantas, mismo que varió de 0.94 y 1.28 cm (Cuadro 5). La menor expresión de esta variable se encontró donde se aplicó Vydate a concentraciones de 0.1 ml/L (0.97 cm) y 0.2 ml/L (0.94 cm) en el agua de riego, los cuales fueron significativamente inferiores únicamente al de las plantas tratadas con Durivo (1.28 cm). En donde se aplicaron los ocho tratamientos restantes el diámetro de los tallos fluctuó entre 1.03 y 1.20 cm.

Cuadro 5. Efecto de los tratamientos sobre el diámetro de tallo (cm) en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2012.

Tratamientos	Medias ¹	Rangos ²
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	1.19	6.25 a b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	1.14	6.78 a b c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.97	3.06 c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.94	3.62 b c
5.- QL 1 ml/L	1.12	6.31 a b c
6.- QL 2 ml/L	1.11	6.25 a b c
7.- Testigo absoluto	1.11	5.5 a b c
8.- Agriver 0.2 ml/L	1.19	7.25 a b c
9.- Estruendo 0.2 ml/L	1.03	4.93 a b c
10.-Ecozin 0.1 ml/L	1.20	8.25 a b c
11.- Durivo 0.2 ml/L	1.28	9.33 a

¹Medias del diámetro de tallo.

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Friedman.

6.1.5. Peso fresco de la parte aérea de la planta

De acuerdo al análisis de los datos mediante el análisis de varianza, la variable peso fresco de la parte aérea mostró diferencias significativas ($P \geq 0.05$) debido al efecto de los tratamientos (Cuadro 6); la mayor expresión de la variable se logró con el uso de Vydate a 0.2 ml/L y 0.1 ml/L con un peso de 208.6 y 185.2 g respectivamente, ambos tratamientos causaron un efecto significativamente superior en la variable, respecto al inducido por QL a 1.0 (4.6.7 g) y 2.0 ml/L (52.0 g), Agriver 0.2 ml/L (75.7 g) y el testigo absoluto (85.8 g). Por otra parte, donde se aplicó Estruendo 0.2 ml/L y Durivo 0.2 ml/L, el peso fresco fue de 110.5 y 110.9 g, mismos que resultaron ser inferiores sólo al de Vydate 0.2 ml/L (208.6 g). En cambio, los tratamientos con extracto de ajo, Ecozin y la baja concentración de oxamil fueron estadísticamente iguales al tratamiento con Vydate a 0.2 ml/L.

Cuadro 6. Efecto de los tratamientos sobre el peso fresco (g) de la parte aérea en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2012.

Tratamientos	Medias ¹
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	125.3 a b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	127.5 a b c
3.- Vydate 0.1 ml/L	185.2 a b
4.- Vydate 0.2 ml/L	208.6 a
5.- QL 1 ml/L	46.7 c
6.- QL 2 ml/L	52.0 c
7.- Testigo absoluto	85.8 c
8.- Agriver 0.2 ml/L	75.7 c
9.- Estruendo 0.2 ml/L	110.5 b c
10.-Ecozin 0.1 ml/L	119.5 a b c
11.- Durivo 0.2 ml/L	100.9 b c

¹ Medias con diferente literal son estadísticamente diferentes (Pr=0.05) Tukey.

6.1.6. Plantas marchitas a los 47 días después de la siembra

Los resultados de la primera evaluación realizada a los 47 días después de la siembra (DDS) indica que se presentó una diferencia estadística entre tratamientos ($P \geq 0.05$); conforme la prueba de rangos de Friedman (Cuadro 7). Las plantas que presentaron mayor porcentaje de plantas marchitas fueron las tratadas con QL a una concentración de 1 ml/L (62.5%) pero no presentó una diferencia significativa ($P \geq 0.05$) de QL a 2 ml/L (56.25%), el testigo absoluto (43.75%) y del Agriver a 0.2 ml/L (18.75%). Otro grupo de tratamientos que indujeron una incidencia menor de plantas enfermas fueron el extracto de ajo 0.2 ml/L (12.5%), Ecozin a 0.1 ml/L (12.5%) y Estruendo a 0.2 ml/L (6.25%); mismos

que tuvieron porcentajes de la variable significativamente inferiores solo al QL (1 ml/L). Pero los tratamientos más efectivos para reducir la incidencia de la enfermedad resultaron ser extracto de ajo 0.4 ml/L, Vydate en ambas concentraciones (0.1 y 0.2 ml/L) y Durivo (0.2 ml/L); los cuales coadyuvaron en reducir al máximo el porcentaje de plantas marchitas (0.0%).

Cuadro 7. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (47 DDS).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 47 días después de la siembra.		
	Medias ¹	Rangos ²	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	12.50	5.43	b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	0.00	4.62	c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.00	4.62	c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.00	4.62	c
5.- QL 1 ml/L	62.50	8.18	a
6.- QL 2 ml/L	56.25	8.50	a b
7.- Testigo absoluto	43.75	7.12	a b c
8.- Agriver 0.2 ml/L	18.75	5.93	a b c
9.- Estruendo 0.2 ml/L	6.25	5.25	b c
10.-Ecozin 0.1 ml/L	12.50	5.25	b c
11.- Durivo 0.2 ml/L	0.00	4.91	c

¹Medias del porcentaje de plantas marchitas (47 dds).

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Friedman.

6.1.7. Plantas marchitas a los 53 días después de la siembra

El análisis de los datos sobre incidencia de plantas marchitas a los 53 (dds) presentó una diferencia significativa entre tratamientos ($P \geq 0.05$) según la prueba de rangos de Friedman (Cuadro 8). La mayor expresión de la variable se observó en el testigo absoluto (75%) y donde se aplicó QL 2.0 ml/L (75.00%) y 1.0 ml/L (68.8%), una tendencia de menor porcentaje de plantas enfermas se encontró en el suelo tratado Ecozin 0.1 ml/L (37.5%), Agriver 0.2 ml/L (37.5%) y Estruendo 0.2 ml/L (31.25%); sin embargo no se registraron diferencias significativas en este grupo de tratamientos. La menor incidencia de plantas marchitas (0.0%) se presentó donde se usó Vydate (0.1 y 0.2 ml/L) y Durivo (0.2 ml/L), mismos que tuvieron una disminución significativa de la variable, respecto al testigo absoluto y a las dos concentraciones de QL.

Cuadro 8. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (53 DDS).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 53 días después de la siembra.		
	Medias ¹	Rangos ²	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	12.50	5.06	b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	12.50	4.93	b c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.00	4.12	c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.00	4.12	c
5.- QL 1 ml/L	68.75	8.87	a b
6.- QL 2 ml/L	75.00	9.25	a
7.- Testigo absoluto	75.00	9.06	a
8.- Agriver 0.2 ml/L	37.50	6.68	a b c
9.- Estruendo 0.2 ml/L	31.25	6.25	a b c
10.-Ecozin 0.1 ml/L	37.50	6.81	a b c
11.- Durivo 0.2 ml/L	0.00	4.58	c

¹Medias del porcentaje de plantas marchitas (53 dds).

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Friedman.

6.1.8. Plantas marchitas a los 62 días después de la siembra

El análisis de los datos a los a los 62 (DDS) indicó una respuesta en el porcentaje de plantas marchitas debido a la influencia significativa ($P \geq 0.05$) de los tratamientos, según la prueba de rangos de Friedman (Cuadro 9). El porcentaje más alto de plantas enfermas correspondió al testigo absoluto (100%), a las dos concentraciones de QL estudiadas (93.75%), Ecozin 0.1 ml/L (87.5%), Agriver 0.2 ml/L (68.75%), Estruendo 0.2 ml/L (56.25%) y Durivo 0.2 ml/L (50.00%), sin que se detectara una diferencia significativa entre los tratamientos referidos anteriormente. A través del uso del extracto de ajo a 0.2 ml/L (31.25%) y 0.4 ml/L

(18.75%) se observó una reducción significativa de la enfermedad, respecto al testigo absoluto, las dos concentraciones de QL y Ecozin. Pero la incidencia más baja de la marchitez (0.00%) se observó donde se aplicó Vydate al suelo, misma que resultó ser diferente del testigo absoluto y de los tratamientos con QL, Agriver y Ecozin.

Cuadro 9. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (62 DDS).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 62 días después de la siembra.		
	Medias ¹	Rangos ²	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	31.25	4.93	b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	18.75	4.18	b c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.00	3.12	c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.00	3.12	c
5.- QL 1 ml/L	93.75	8.93	a
6.- QL 2 ml/L	93.75	9.00	a
7.- Testigo absoluto	100.0	9.31	a
8.- Agriver 0.2 ml/L	68.75	7.37	a b
9.- Estruendo 0.2 ml/L	56.25	6.25	a b c
10.-Ecozin 0.1 ml/L	87.50	8.56	a
11.- Durivo 0.2 ml/L	50.00	6.33	a b c

¹Medias del porcentaje de plantas marchitas (62 dds).

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Friedman.

6.1.9. Plantas marchitas a los 71 días después de la siembra

Los resultados de la última evaluación sobre la incidencia de plantas marchitas realizada a los 71 (dds) nos indica que se presentó una diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 10), donde el testigo absoluto continuó con el mayor índice de daño (100%), seguido por los tratamiento a base de QL en las dos concentraciones evaluadas (93.75%), y el Ecozin 0.1 ml/L (87.5%); una tendencia en la disminución del porcentaje de plantas marchitas se observó en las plantas tratadas con Agriver 0.2 ml/L (75%), Estruendo 0.2 ml/L (62.5%), Extracto de ajo 0.2 ml/L (50.0%), y Durivo 0.2 ml/L (50.0%). Aunque la menor incidencia de la enfermedad correspondió a las plantas tratadas con extracto de ajo 0.4 ml/L (18.75%), Vydate 0.1 ml/L (6.25%), y Vydate 0.2ml/L (0.00%), los cuales fueron estadísticamente iguales entre sí, sin embargo, solo el último tratamiento provocó una menor expresión de la variable que resultó ser significativamente inferior a las dos concentraciones de QL, Agriver, Estruendo, Ecozin y testigo absoluto. De igual manera, el extracto de ajo (0.4 ml/L) indujo un significante menor porcentaje de plantas marchitas, respecto al testigo absoluto y donde se utilizaron las dos concentraciones de QL y Ecozin (0.1 ml/L).

Cuadro 10. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2012 (71 DDS).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 71 días después de la siembra.		
	Medias ¹	Rangos ²	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/l	50.00	5.81	abcd
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/l	18.75	4.00	bcd
3.- Vydate 0.1 ml/l	6.25	3.13	cd
4.- Vydate 0.2 ml/l	0.00	2.93	d
5.- QL 1 ml/l	93.75	8.75	a
6.- QL 2 ml/l	93.75	8.81	a
7.- Testigo agua	100.0	9.12	a
8.- Agriver 0.2 ml/l	75.00	7.43	ab
9.- Estruendo 0.2 ml/l	62.50	6.87	abc
10.-Ecozin 0.1 ml/l	87.50	8.37	a
11.- Durivo 0.2 ml/l	50.00	6.25	abcd

¹Medias del porcentaje de plantas marchitas (71 (dds).

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \leq 0.05$) Friedman.

6.2. Experimento in vitro

6.2.1. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de juveniles (J_2) inmóviles de *Meloidogyne* a las 24, 48, 72, 96, 120 y 144 horas.

Los tratamientos presentaron diferencia estadística significativa ($P \geq 0.05$) sobre esta variable, según la prueba de rangos de Kruskal-wallis. Los que causaron el mayor porcentaje de larvas sin movimiento a las 24 horas, correspondieron a los tratamientos uno (extracto de ajo 0.1 ml/L), dos (extracto de ajo 0.2 ml/L), cinco (Vydate 0.05 ml/L) y seis (Vydate 0.1 ml/L), con valores de 98.5%, 99.7%, 78.7%, 87.7%, respectivamente; mismos que resultaron ser significativamente diferentes de los tratamientos tres (QL Agri 35 0.5 ml/L), cuatro (QL Agri 35 1.0 ml/L) y siete (testigo absoluto) debido a que indujeron un porcentaje de larvas inmóviles que varió de 2.0 a 0.7%; es decir, el nematicida QL Agri 35 en las dos concentraciones estudiadas mostró un efecto similar al testigo absoluto (Cuadro 11 y Figura 1).

Cuadro 11. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* a las 24, 48 y 72 horas “*in vitro*”

Tratamientos	Larvas inmóviles de <i>Meloidogyne</i> (J2) en diferentes tiempos (horas)								
	24			48			72		
	Mediana	Rango	Letra	Mediana	Rango	Letra	Mediana	Rango	Letra
1.- E. ajo 0.1 ml/L	98.5 ¹	23.5 ²	a	99.7 ¹	24.0 ²	a	100 ¹	24.5 ²	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	99.7	25.0	a	100	25.0	a	100	24.5	a
3.- QL 0.5 ml/L	2.0	5.5	b	4.7	5.7	b	5.5	5.8	c
4.- QL 1 ml/L	1.2	6.2	b	7.5	9.8	b	10.7	10.2	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	78.7	15.0	a	86.2	15.1	a	93.2	15.1	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	87.7	15.0	a	90.2	15.3	a	95.2	17.8	a
7.- Testigo	0.7	2.5	b	1.5	2.5	c	2.5	2.7	c

¹Medias del porcentaje de larvas inmóviles.

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \geq 0.05$) Kruskal-Wallis.

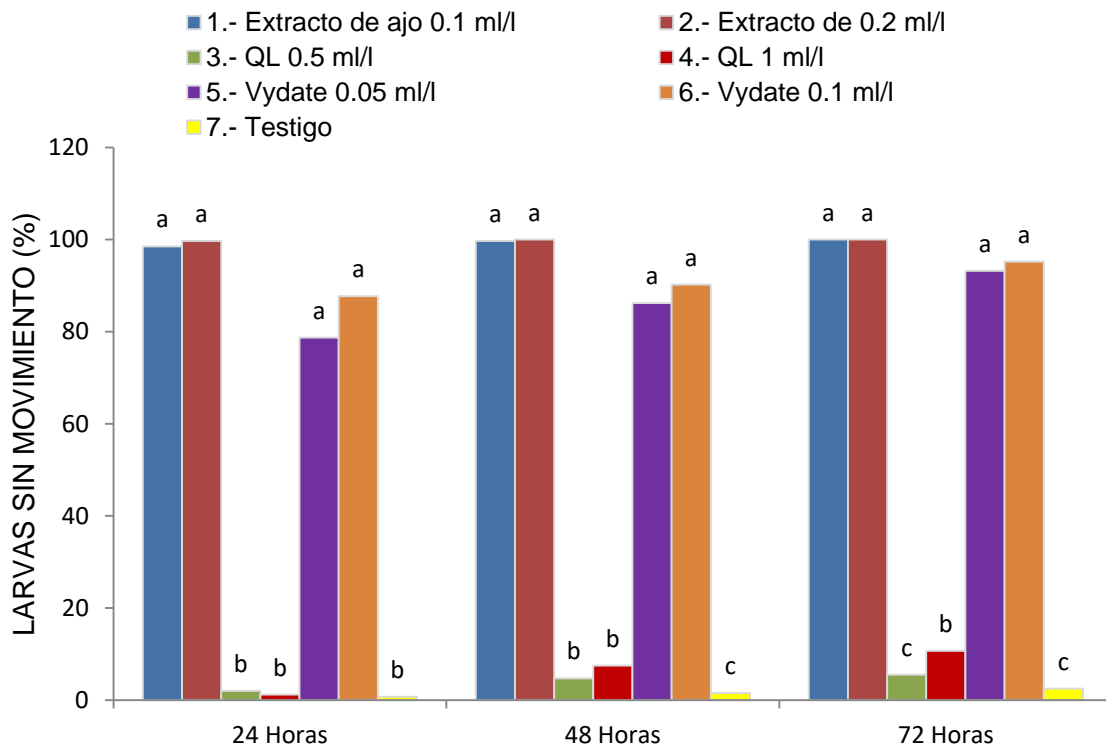


Figura 1. Efecto de los tratamientos *in vitro* sobre el porcentaje de juveniles (J2) inmóviles a las 24, 48 y 72 horas.

A las 48 horas de exponer las larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* a las diferentes concentraciones de los productos estudiados, se apreció que los tratamientos con ajo y Vydate ejercieron significativamente ($P \geq 0.05$) mayor inmovilidad del nematodo que el QL Agri 35 y el testigo absoluto. Nuevamente se encuentra la misma tendencia observada en la primera evaluación, en este conteo los tratamientos unos, dos, cinco, y seis ejercieron un porcentaje de larvas sin movimiento de 97.7, 100.0, 86.2, y 90.2%, respectivamente. Los cuales resultaron ser iguales entre sí, pero diferentes de los tratamientos tres, cuatro y siete, cuyos porcentajes de inmovilidad oscilaron entre 7.5 y 1.5%. De los tres nematicidas investigados el que ocasionó el menor efecto sobre la variable fue el producto QL a concentraciones de 0.5 y 1.0 ml/L, cuyos porcentajes fueron de 4.7 y 7.5%, no obstante, fue significativamente superior al testigo absoluto, donde el porcentaje de inmovilidad fue de 1.5 (Cuadro 11 y Figura 1).

En el análisis de los datos realizado a las 72 horas después que las larvas fueron expuestas a los tratamientos, se observó diferencia significativa ($P \geq 0.05$) entre tratamientos, el uno (extracto de ajo 0.1 ml/L) y dos (extracto de ajo 0.2 ml/L), presentaron mayor efecto contra los juveniles de *Meloidogyne*, observándose un 100% de larvas sin movimiento, seguidos por los tratamientos cinco (Vydate 0.05 ml/L), y seis (Vydate 0.1 ml/L), cuyos valores fueron del 93.2 y 95.0%, respectivamente; estos cuatro tratamientos no presentaron una diferencia significativa entre sí, pero resultaron ser estadísticamente diferentes al efecto de los tratamientos cuatro (QL 1 ml/L), tres (QL 0.5 ml/L) y siete (testigo absoluto), donde el tratamiento cuatro indujo un porcentaje de larvas inmóviles del 10.7,

mismo que fue significativamente superior a la acción ejercida por los tratamientos tres y siete, cuyos valores fueron 5.5 y 2.5%, respectivamente (Cuadro 11 y Figura 1).

Debido a que los análisis estadísticos de los datos registrados a las 96, 120 y 144 horas manifestaron la misma tendencia, los resultados en cuanto a la prueba de separación de rangos (Kw) fueron similares en las tres evaluaciones. En concordancia con lo encontrado en los primeros tres conteos, la consistencia del efecto de los diferentes tratamientos también fue evidente en las últimas tres evaluaciones. Al respecto, los tratamientos uno, dos, cinco, y seis ocasionaron el mayor porcentaje de larvas sin movimiento, cuyos valores fluctuaron entre 98.0 y 100, así mismo fueron estadísticamente similares; no obstante, resultaron ser diferentes de los demás tratamientos. Los tratamientos que continuaron en orden descendente en cuanto a la inmovilidad de los nematodos, fueron el tres y el cuatro, cuyos valores oscilaron del 7.2 al 10.7%, mismos que fueron iguales entre sí, y sólo superiores al testigo absoluto (1.5 a 5.0%) (Cuadro 12 y Figura 2).

Cuadro 12. Efecto de los tratamientos sobre el porcentaje de larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* a las 96, 120 y 144 horas “*in vitro*”

Tratamientos	Larvas inmóviles de <i>Meloidogyne</i> (J2) en diferentes tiempos (horas)								
	96			120			144		
	Medias	Rangos	Letras	Medias	Rangos	Letras	Medias	Rangos	Letras
1.- E. ajo 0.1 ml/L	100 ¹	22.5 ²	a	100 ¹	22.5 ²	a	100 ¹	22.5 ²	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	100	24.5	a	100	24.0	a	100	25.5	a
3.- QL 0.5 ml/L	7.2	6.7	b	10.5	8.5	b	10.5	8.5	b
4.- QL 1 ml/L	10.7	10.2	b	13.2	10.2	b	13.2	10.2	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	98	16.2	a	98.5	17.6	a	99	21.5	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	99.5	20.7	a	100	22.0	a	100	21.5	a
7.- Testigo	2.5	3.3	c	5.0	3.3	c	5.0	3.5	c

¹Medias del porcentaje de larvas inmóviles.

²Rangos con diferente literal son estadísticamente diferentes ($Pr \geq 0.05$) Kruskal- Wallis.

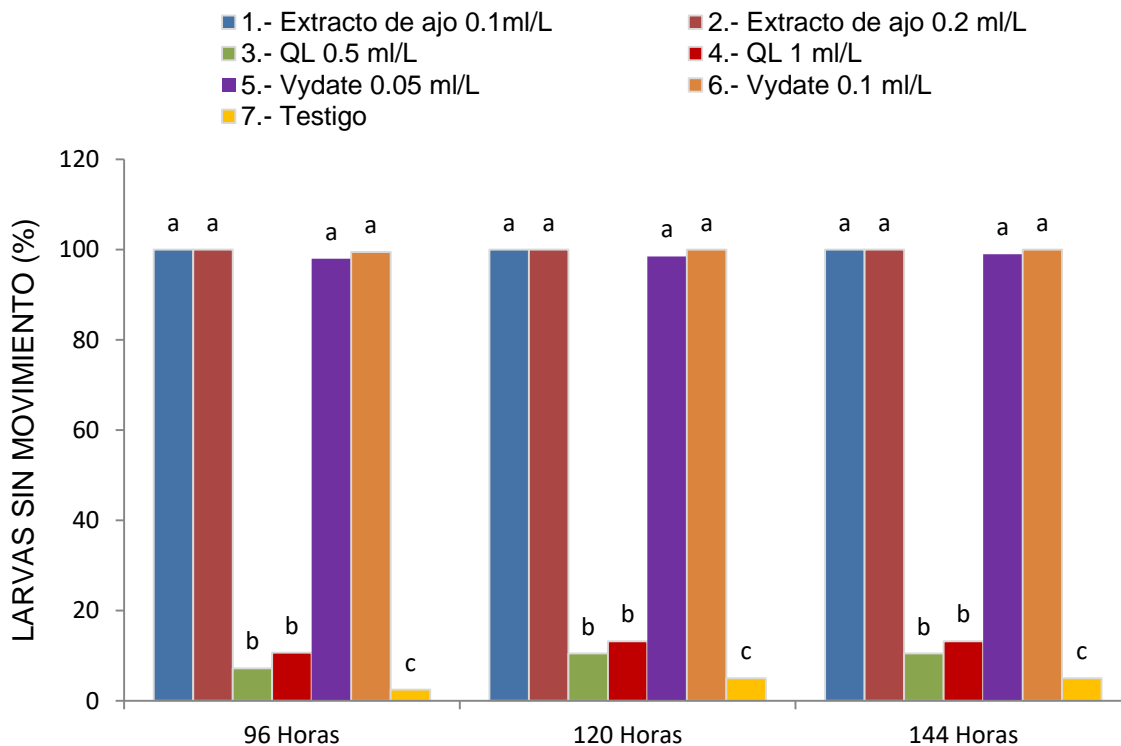


Figura 2. Efecto de los tratamientos *in vitro* sobre el porcentaje de juveniles (J2) inmóviles a las 96, 120 y 144 horas.

VII. Discusión

En el experimento que se efectuó bajo condiciones de invernadero, se observó que entre los tratamientos que más contribuyeron en la reducción del agallamiento radical por el nematodo agallador, fueron las dos concentraciones del extracto de ajo (0.2 y 0.4 ml/L), es importante señalar que la concentración baja de este producto tuvo un efecto similar al obtenido con oxamil (Vydate 0.1 ml/L), asimismo, el extracto de ajo (0.4 ml/L) causó una disminución en la expresión de ésta variable que resultó ser estadísticamente igual al encontrado donde se utilizó oxamil (Vydate 0.2 ml/L). Por otra parte, en la investigación realizada bajo condiciones *in vitro*, a las 24 horas el extracto de ajo (0.1 y 0.2 ml/L) originó una inmovilidad de las larvas del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* que superó el 98%, este efecto no logró ser diferente del oxamil (Vydate 0.05 y 0.1 ml/L), pero si fue significativamente superior al ejercido por QL Agri (0.5 y 1.0 ml/L) cuyos porcentajes de inmovilidad de los juveniles oscilaron entre 1.2 y 2.0, en tanto, la expresión de la variable fue de 0.7% en agua (testigo absoluto); es importante mencionar que esta tendencia se mantuvo a las 48, 72, 96, 120 y 144 horas durante la exposición de los nematodos a los tratamientos investigados, en la última evaluación, ambas concentraciones del extracto de ajo inmovilizaron al 100% de los nematodos, con la baja y alta concentración de oxamil la expresión de la variable fue de 99 y 100%, respectivamente, en cambio, con 0.5 y 1.0 ml/L de QL Agri la inmovilización fue del 10.5 y 13.2%, mientras que el testigo absoluto resultó ser del 3.5%.

Es importante mencionar que el oxamil, actualmente es uno de los nematicidas más efectivos para controlar al género *Meloidogyne* en diversos cultivos agrícolas, por tanto, tener una opción natural que combata al nematodo agallador, implica aportar una alternativa distinta a los nematicidas químicos que están en el mercado, y contribuye en la disminución de la contaminación de suelos, agua y productos hortícolas, entre otros.

La utilización de productos derivados del ajo como nematicidas está sustentado en muchos trabajos de investigación, así se tiene que extractos de bulbos de ajo en concentraciones de 0.05 y 10 %, suprimieron la eclosión de huevecillos de *Meloidogyne incognita* en un 80.6 y 98.8%, respectivamente, además, también mostraron alta toxicidad sobre las larvas del nematodo, de igual manera, el uso de ajo en polvo en concentración del 5 % indujo la muerte del 100 % de larvas en un período de 72 horas (Gupta y Sharma, 1991). La alicina es el principio activo que tiene el ajo con propiedades nematicidas, la exposición de los huevecillos de *Meloidogyne incognita* durante 120 horas a una concentración de alicina de 5 - 0.5 ppm permitió la eclosión de 11 – 75 huevecillos, en tanto, donde hubo ausencia de alicina eclosionaron 143 huevos, también cuando los juveniles del nematodo referido anteriormente, se expusieron 72 horas a soluciones que contenían 2.5 – 5.0 ppm de alicina hubo 87 – 100% de larvas muertas, por otra parte, se reporta que la inmersión radical de plántulas de tomate en concentraciones de 200 y 100 ppm de alicina por 30 minutos causó la muerte en el 83 y 87% de las plantas, mientras que el tratamiento de las raíces con 25 ppm durante cinco minutos resultó ser una alternativa viable para el manejo de *M. incognita* (Gupta y Sharma,

1993). En otra investigación se indica que en trabajos de campo en los cultivos de tomate y pepino se observó que extractos de ajo, rábano, diente de león y berro lograron ser muy efectivos para controlar a *Meloidogyne incognita* (Kotova, et al, 1994). Además, también se ha constatado que el extracto de dientes de ajo (*Allium sativum*) inhibe el desarrollo de *Fusarium solani*, *Erwinia carotovora pv. carotovora* y tiene actividad nematocida contra *Meloidogyne arenaria* (Alice y Sivaprakasam, 1996). Bajo condiciones de laboratorio los extractos de ajo, flor de muerto y papayo causaron el mayor número de juveniles muertos de *Meloidogyne incognita* (Parada y Flor, 1997). Asimismo, se menciona que extractos de *Allium sativum*, *Calendula officinalis*, *Solanum indicus*, *Whitania somnifera* y *Whitania coagulans* lograron un porcentaje de mortalidad de *Meloidogyne incognita* entre el 70 y 80% (Qamar et al., 1998). En otra investigación en tomate con extractos de hojas y raíces de plantas de *Ocinum basilicum*, *Datura stramonium*, *Tagetes patula*, *Allium sativa* y *Allium cepa* al 1.0 y 0.5% aplicados en preplanteo y cuatro veces después del planteo; se encontró que los tratamientos antes del planteo fueron más efectivos en el control del nematodo agallador que los de posplanteo, por otro lado, los extractos de hojas de las especies citadas anteriormente contribuyeron en forma efectiva en el control de *Meloidogyne* spp., ya que las plantas tratadas presentaron de dos a cinco agallas por planta, en tanto, las del testigo se apreciaron más de 50 agallas por planta (Mateeva e Ivanova, 2000). Un trabajo con extractos acuosos de *Allium sativum*, *Brassica campestris*, *Capsicum frutescens* y *Trigonella foenum-graceum* mostró que a las 72 horas el ajo y la mostaza provocaron 42.06 y 40.61% de mortalidad en los juveniles de *Meloidogyne incognita*, mientras que con *C. frutescens* y *T. foenum-graceum* la

expresión de la variable fue de 4.11 y 2.80%, respectivamente (Saxena y Sharma, 2004). De igual manera, en una investigación realizada en el cultivo de calabacita, la incorporación de trozos de bulbos de ajo en el suelo al momento de la siembra, disminuyó significativamente el agallamiento radical de las plantas hasta los 45 días después de la siembra, en forma similar al tratamiento con 140,000 ppm de oxamil aplicado en la semilla (Godoy *et al.*, 2009).

A diferencia de los estudios anteriores, en este se reporta que una evaluación bajo condiciones *in vitro* con extractos de ajo (*Allium sativum*), mostaza (*Brassica campestris*) y chile (*Capsicum frutescens*), mostró que los extractos de ajo y chile no afectaron la eclosión de los huevecillos de *M. javanica*, en cambio, el de mostaza indujo 47% menos eclosión que el testigo absoluto (Neves *et al.*, 2005).

Los resultados encontrados con la aplicación de dos productos comerciales que contienen abamectina (Estruendo 0.2 ml/L y Agriver (0.2 ml/L), indican que tienen un efecto distinto en la reducción del agallamiento radical originado por *Meloidogyne* spp. En las plantas donde se usó Estruendo la variable fue significativamente menor (55.6%) que con Agriver (80.3%), esto significa que a pesar de que ambos productos contienen el mismo ingrediente activo, su impacto en el control del nematodo antes mencionado es diferente, el porcentaje de agallamiento radical en las plantas tratadas con Agriver fue estadísticamente igual a las del testigo absoluto; en tanto, con Estruendo se logró una disminución de la variable en forma semejante a lo observado con el extracto de ajo.

Desde 1979 se menciona que la abamectina (una mezcla de avermectina B1a y B1b) tiene actividad nematicida (Burg *et al.*, 1979; Egerton *et al.*, 1979; Miller *et al.*,

1979). Estas avermectinas son derivadas de *Streptomyces avermitilis*, una bacteria Gram positiva (Stretton *et al.*, 1987), su producción sintética ha sido usada para el control de diferentes artrópodos y nematodos fitoparásitos (Campbell, 1989; Lasota y Dybas, 1991). El modo de acción de las avermectinas depende del microorganismo, nivel de sensibilidad de una determinada especie o raza y de la solubilidad (Turner y Schaeffer, 1989). En el primer modo, hay una correlación entre la sensibilidad a la abamectina y la presencia de mecanismos sensibles al ácido aminobutírico, el cual involucra el intercambio con cloruro (Stretton, 1987), por tanto, las avermectinas son antagonistas del ácido aminobutírico en los nematodos. En la segunda forma de acción de las avermectinas, estimulan la liberación del ácido aminobutírico de las terminales presinápticas inhibidas (Kass *et al.*, 1984). Ambas formas de actuar de las avermectinas difieren de los nematicidas que inhiben la colinesterasa (Bunt, 1987). Por otra parte, se menciona que la respuesta de los nematodos a las avermectinas es trifásica (Wright *et al.*, 1983), cuando se exponen 10 minutos son inactivados, pero pueden recuperarse parcialmente después de 30 minutos; con 120 minutos de exposición a las avermectinas hay una pérdida irreversible del movimiento de los nematodos; además, reducen la eclosión de los huevecillos (Cayrol *et al.*, 1993) y disminuyen la utilización de oxígeno en los juveniles de los nematodos (Nordmeyer y Dickson, 1981). Con base en la información anterior, es evidente que las avermectinas afectan el movimiento y el comportamiento de los nematodos.

La abamectina que se ha desarrollado para la protección de los cultivos, poseen una mezcla de avermectina B1a y avermectina B1b en una proporción 4:1

(Wislocki *et al.*, 1989). Las formulaciones líquidas y en gránulos ofrecen una amplia distribución del ingrediente activo en el perfil del suelo. En suelos con pH de 5 a 9, la vida media es de 20 a 47 días, finalmente, la avermectina es degradada a 13 productos distintos, la mayoría de estos últimos son de una a tres veces menos tóxicos que del producto que se derivaron. (Wislocki *et al.*, 1989), la descomposición de la avermectina en suelo y agua resulta en productos no fitotóxicos, y su acumulación y persistencia es mínima, la aplicación de 0.028 Kg de ingrediente activo por hectárea no afectó la habilidad de las bacterias fijadoras de nitrógeno para que convirtieran el ion amonio en nitrato (Wislocki *et al.*, 1989). No posee propiedades contra hongos ni bacterias (Fisher y Mrozik, 1989), asimismo, ha mostrado baja toxicidad en microorganismos benéficos y en microbios que habitan en el suelo (Dybas, 1989; Lasota y Dybas, 1990). Estudios de campo en cítricos, han demostrado que los residuos de avermectina B1a resultaron en la formación de compuestos volátiles y en concentraciones muy bajas, por tanto, la exposición de los trabajadores y consumidores a la avermectina es mínima (Maynard *et al.*, 1989). La avermectina es un pesticida inmóvil en el suelo y no es absorbido del suelo por las plantas, aunque ciertos compuestos que se forman durante la degradación si pueden ser translocados (But *et al.*, 1984).

En plantas de tabaco la cantidad de huevecillos de la raza 1 de *Meloidogyne incognita* se redujo entre 21 y 86% cuando se aplicó de 0.05 a 0.50 kg de i.a. por hectárea (Sasser *et al.*, 1982). Otros investigadores indican que con el uso de

abamectina (0.093 a 0.31 kg de i.a./ha) lograron disminuir el agallamiento radical de *M. incognita* en el cultivo de tomate (Garabedian y Van Gundy, 1983), de igual manera, la utilización de avermectinas a una concentración de 0.125 a 0.5 ppm, disminuyó el agallamiento radical inducido por *M. incognita* en plantas de tomate cuando se usó en drench (chipiado) en sustrato de lana de roca (López-Pérez *et al.*, 2011).

De acuerdo con la información anterior, es evidente que la abamectina es un producto que tiene un mecanismo de acción diferente a los nematicidas químicos que inhiben la colinesterasa, es inmóvil en el suelo, su persistencia en el suelo es baja, se transforma en productos menos tóxicos, es de bajo impacto en los microorganismos de suelo y no es absorbida por las plantas. Por tanto, éstas características hacen de la abamectina un producto prometedor en el control de los nematodos fitoparásitos y específicamente del nematodo agallador. No obstante, este es uno de los primeros trabajos en la entidad, y se requieren de más estudios para conocer su comportamiento en diferentes tipos de suelo y distintas temperaturas, precisar las frecuencias de las aplicaciones y las dosis por hectárea que garantizan el control del nematodo agallador, entre otros aspectos.

Los resultados encontrados en esta investigación con derivados de *Azadirachta indica* (Ecozin al 3%) mostraron que las plantas de pepino tuvieron menor agallamiento radical (75%) por el nematodo agallador que las del testigo absoluto (94.6%). Esta información es congruente con otros estudios por diferentes

investigadores, así se tiene que en los cultivos de calabaza y tomate se logró reducir significativamente el agallamientos radical por *Meloidogyne javanica* y *Meloidogyne incognita*, respectivamente (Aleem-Kahn, *et al.*, 2011; D'errico *et al.*, 2011; Yasmin *et al.*, 2003).

Los únicos tratamientos que no contribuyeron en el control de *Meloidogyne* en el cultivo de pepino fueron las dos concentraciones de QL Agri (1.0 y 2.0 ml/L), debido a que el porcentaje de agallamiento radical en las plantas que recibieron este producto manifestaron más del 90%, cuyo nivel de daño fue similar al del testigo absoluto (94.6%). De igual manera, la exposición de los J2 de *Meloidogyne* a QL Agri (0.5 y 1.0 ml/L de agua) tuvo un impacto sobre la movilidad de los nematodos muy parecida a la del testigo absoluto (solo agua). Estos resultados coinciden en cierta forma con otras investigaciones, donde el extracto acuoso compuesto de *Quillaja saponaria*, *Yucca schidigera* y *Tagetes* spp. fue probado a 2.5, 5.0 y 10.0 ml/L de agua sobre el segundo estado juvenil de *Meloidogyne incognita* y *Heterodera daverti* bajo condiciones *in vitro*, los nematodos fueron expuestos durante 24 días y la efectividad de los productos se evaluó cada dos días; encontrándose que todas las concentraciones del extracto acuoso suprimieron la movilidad de *M. incognita* respecto al testigo absoluto, sin embargo, la concentración de 2.5 ml/L solo disminuyó la movilidad de ambas especies de nematodos en los primeros diez días; además, al transferir los nematodos al agua, una vez que estuvieron expuestos seis días al extracto acuoso, un porcentaje importante recuperó la movilidad, en consecuencia, su efecto contra los nematodos tiene impacto nematostático (Giacometti *et al.*, 2010). Asimismo, otro

estudio en el cultivo de plátano sobre la población de *Radopholus similis* mostró que la utilización de QL Agri (extracto de *Quillaja saponaria*) resultó ser estadísticamente similar al testigo absoluto (Martinuz *et al.*, 2011).

Finalmente, la contribución de esta investigación es que productos derivados de ajo y neem, así como la abamectina, coadyuvaron en el combate del nematodo agallador del género *Meloidogyne*. Por tanto, se aportan opciones para el manejo sustentable de los nematodos fitoparásitos, debido a que es necesario cuidar los recursos naturales de nuestro planeta, evitando o disminuyendo la contaminación del suelo, agua, aire, vegetales, animales y humanos.

VIII. CONCLUSIONES

IX. LITERATURA CITADA

- Abo-Elyousr, K.A.; Z. Khan; M. El-Morsi Award, and M.F. Abedel-Moneim. 2010. Evaluation of plant extracts and *Pseudomonas* spp. for control of root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* on tomatoe. *Nematropica* 40:289-299.
- Agrios, G. N. 2005. Plant Pathology. 5th ed. Burlinton, MA: Academic Press.
- Aleem-Kahn, S.; Javed, N; khan, M. A.; Haq, I .U.; and Safdar, A. 2011. Use of plant extract as base diproot treatment for the management of *Meloidogyne incognita*. *Pakistan Journal of Plant Nematology* 23(1): 09-13.
- Anastasiadis, I.; A.C. Kimbaris.; M. Korpi.; M.G. Polissiou, and E. Karanastasi. The effect of a garlic essential oil component and entomopathogenic nematodes on the suppresssion of *Meloidogyne javanica* on tomato. *Hellenic Plant Protection Journal*.4: 21-24.
- Baicheva, O., D. Salkova, and G. Palazova. 2002. Root-knot nematodes (*Meloidogyne*, Goeldi, 1887) – species composition, pathogenicity, some problems for investigation. *Experimental Pathology and Parasitology* 5: 21-24.
- Barker, K.; R.S. Hussery; L.R. Krusberg; G.W. Bird; A. Dunnr; H. Ferris; V.R. Ferris; D.W. Freckman; C.J. Gabriel; P.S. Grewal; A.E. Guidwing; D.L. Riddle; P.A. Roberts; and D.P. Schmit.1994. Plant soil nematode: Social impact and focus for the future. *Journal of Nematology* 25(2) :125-137.

- Bull, D.L.; Ivie, G.W.; MacConnell, J.G.; Gruber, V.F.; Ku, C.C.; Arison, B.H.; Stevenson, J.M.; VandenHeuvel, W.J.A. (1984) Fate of avermectin B1a in soil and plants. *J. Agric Food Chem.* 32: 94-102.
- Bunt, J.A. (1987) Mode of action of nematicides. In: Veech, J.A.; Dickson, D.W. (eds), *Vistas on Nematology: a commemoration of the Twenty-Fifth Anniversary of the Society of Nematologists*. Hyattsville, MA, Society of Nematologists Inc., pp. 461-468.
- Burg, R.W; Miller, B.M.; Barker, E.E. 1979. Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: producing organism and fermentation. *Antimicrob Agents Chemother* 15:361-367.
- Campbell, .W.C. 1989. Ivermectin and Abamectin. New York, NY, Springer Verlag.
- Cayrol, J.C.; Djian, C.; Frankowski, J.P. 1993. Efficacy of abamectin B1 for the control of *Meloidogyne arenaria*. *Fund. Appl. Nematol.*, 16:239-246.
- Cetintas, R. and M.M. Yarba. 2010. Nematicidal effects of five plant essential oils on the southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita* race 2. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9:222-225
- Cid del Prado, V.I., Tovar, S.A. y Hernández, J.A. 2001. Distribución de Especies y Razas de *Meloidogyne* en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, Vol 19, No. 1, pp. 32-39.
- Conchard, P.1997. Estudio de Mercado de la corteza y saponina de quillay (*Quillaja saponaria* Mol). Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 97 p.
- D'errico, G.; R. Giacometti; O. Soppelsa; D. Marco. 2011. Effectiveness of plant-derived formulations against the root-knot nematode *Meloidogyne*

- incognita (Kofoid et White) Chitw. In a protected tomato crop. Redia, XCIV: 167-169
- De Waele, D., and A. Elsen. 2007. Challenges in tropical nematology. Annual Review of Phytopathology 45: 457-485.
- Dybas, R. A. 1989. Abamectin use in crop protection. In: Campbell, W.C. (ed), *Ivermectin and abamectin*. New York, NY, Springer Verlag, pp. 287-310.
- Egerton JR, Ostlind DA, Blair LS. Eary Ch, Suhayda D, Cifelli S, Rick RF, Campbell WC. (1979) Avermectins, new family of potent anthelmintic agents: efficacy of the Bla component. *Antimicrob Agents Chemother* 15:372-378.
- Fisher, M. H.; Mrozik, H. 1989. Chemistry. In: Campbell WC (ed) *Ivermectin and Abamectin*. New York, NY, Springer Verlag, pp. 1-23.
- Garabedian, S.; Van Gundy, S. D. 1983. Use of avermectins for the control of *Meloidogyne incognita* on tomatoes. *J. Nematol.*, 15: 503-510.
- Giacometti R.; G. d'Enrico; and F.P. d'Enrico. 2010. *In vitro* nematocidal activity of the experimental formulation Tequil against *Meloidogyne incognita* y *heterodera daverti*. *Nematropica* 40:263-268.
- Goberse, A.; Engler, J.A.; Verhes, J.; der-Krol, S.V.; Helder, J.; and Gheysen, G. 2000. Cell cycle activation by plant parasitic nematodes. *Plant Molecular Biology* 43: 747-761.
- Greco, N. and Di Vito, M. 2009. Population dynamics and damage levels. In Root-Knot Nematodes (Eds. Perry, R.N., Moens, M. and Starr J.L.). CABI, U.K., pp. 46-69.

- Gupta, R., and N.K. Sharma. 1991. Nematodes properties of garlic (*Allium sativum*). *Ind. J. Nematol.* 21(1):14-18.
- Ibrahim, I.K.A.; M.A.M. El-Saeddy and A.A. Mokbel. 2007. Control of the root-knot nematode *meloidogyne incognita* on sunflower plants with certain organic plant materials and biocontrol agents. *Egypt. J. Phytopathol.* 35 (1): 13-24.
- Kass, I. S.; Stretton, A.O.W.; Wang, C.C. 1984. The effects of avermectin and drugs related to acetylcholine and 4-aminobutyric acid on neurotransmission in *Ascaris suum*. *Mol. Biochem. Parasitol.*, 13:213-225.
- Lasota, J. A.; Dybas, R.A. 1991. Abamectins, a novel class of compounds: implications for use in arthropod pest control. *Annu. Rev. Entomol.*, 36: 91-117.
- Lopez-Perez, J.A.; Edwards, S.; Ploeg, A. 2011. Control of root-knot nematodes on tomato in stone wool substrate with biological nematicides. *J. Nematol.*, 43:110-117.
- Luc, M.; Sikora, R. A.; Bridge, J. 2005. Plant Parasitic Nematodes in Tropical and Subtropical Agriculture, 2nd Edition, CAB. International, Wallingford, UK.
- Martinuz, A.; G. Navarro; L. Pocasangre; and L. Quiroz. 2011. Assessment of Non-Chemical Alternatives for Controlling the Burrowing Nematode on Banana in Costa Rica. *Journal of Agricultural Science and Technology* A1 550-562
- Maynard, M.S.; Iwata, Y.; Wislocki, P.G.; Ku, C.C.; Jacob, T.A. 1989. Fate of avermectin B1a on citrus fruits. 1. Distribution and magnitude of the

- avermectin B1a and carbon-14 residue on citrus fruits from a field study. *J. Agric. Food Chem.*, 37:178-183.
- Miller, T.W.; Chalet L, Cole, D.J. 1979. Avermectin, new family or potent anthelmintic agents: isolation and chromatographic properties. *Antimicrob. Agents Chemother*, 15:368-371.
- Moens, M., Perry, R.N. and Starr, J.L., 2009. *Meloidogyne* species- a Diverse Group of Novel and Important plant parasites. In: Root-Knot Nematodes (Eds. Perry, R.N., Moens, M. and Starr, J.L.). CABI, U.K., pp. 8-9.
- Montes-Belmont, R. 2000. Nematología vegetal en México, Investigación documental. Sociedad Mexicana de Fitopatología. Segunda edición, 98 pp.
- Montes-Belmont, R. 2009. Diversidad de compuestos químicos producidos por las plantas contra hongos fitopatógenos. *Revista Mexicana de Micología* 29: 73-82.
- Montes-Belmont, R. y Flores-Moctezuma, H.E. 2011. La alelopatía como base científica para el manejo de nematodos fitoparásitos. En: Rodríguez-Hernández, C., López-Olguín, J. F. y Aragón-García, A. (Eds.). Alternativas ecológicas contra plagas. Agricultura sostenible 7. Colegio de Postgraduados y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, pp. 167-182.
- Nazir, J.; S.R. Gowen; M. Inam-ul-Haq; K. Abulah; F. Sahahina. 2007. Systemic and persistent effect of neem (*Azadirachta indica*) formulations against root-knot nematodes, *Meloidogyne javanica* and their storage life. *Crop Protection* 26 (7): 911-916.

- Neves, W. S.; de Freitas, L. G.; M.; Dallemole-Giaretta, R.; Fabry, C. F. S.; Coutinho, M. M.; Dhnigra, O. D.; Ferraz, S.; Demuner, A. J. 2009. Actividade de extractos de Alho (*Allium sativum*), Mostarda (*Brassica campestris*) e Pimenta Malagueta (*Capsicum frutescens*) sobre eclosao de juvenis de *Meloidogyne javanica*. *Nematologia Brasileira*, vol. 29(2):273-278.
- Parada, R.Y. y R.G. Flor. 1997. Evaluación de extractos botánicos contra el nematodo *Meloidogyne incognita* en frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Agronomía Mesoamericana* 8(1): 108-114.
- Sainz, R. 1999. Uso del extracto de quillay para el control de nematodos. Memoria Ing. Civil de Industrias con diploma académico en Ingeniería Química, Santiago, Chile, Pontificia Universidad Católica de Chile, Escuela de Ingeniería. 132 p.
- Salaw, E.O. 1992. Effect of neem leaf extract and ethoprop singly and in combination on *Melodogyne incognita* and growth on sugarcane. *Pakistan Journal of Plant Nematology* 10 (1): 51-56.
- Sánchez, G.I. 2006. Determinación de la época óptima de aplicación de Nematicur y extracto de quillay, para el control de *Meloidogyne* spp. en cinco estados fenológicos de vid cv. Chardonnay. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile. 64 p.
- Sasser, J.N.; Kirkpatrick, T.L.; Dybas, R.A. 1982. Efficacy of avermectins for root-knot control in tobacco. *Plant Dis.*, 66: 691-693.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2013. Avances de siembras y cosechas. Online:

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=347 (consulta 01 de septiembre de 2013).

SIAPSAGARPA 2013. Avances de Siembras y Cosechas, Año Agrícola 2013.

Online: <http://www.sagarpa.gob.mx> (consulta 01 de septiembre de 2013).

Stretton, A.O.; Campbell, W.C.; Babu, J.R. 1987. Biological activity and mode of action of avermectins. In: Veech, J.A.; Dickson, W.D. (eds), *Vistas an Nematology: a Commemoration of the Twenty-fifth Anniversary of the Society of Nematologist Hyattsville*. MA, Society of Nematologist, Inc., pp. 136-146.

Turner, M.J.; Schaeffer, J.M. 1989. Mode of action of ivermectin In: Campbell, W.C. (ed). *Ivermectin and Abamectin*. New York, NY, Springer Verlag, pp.73-88

Urzúa, E. 2000. Control de *Meloidogyne* spp. en *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon con extracto de quillay. Memoria Ing. Agr., Santiago, Chile, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas, Escuela de Agronomía. 50 p.

Vernin, G. and J. Metzger. 1991. Gc-MS (EI, PCI, NCI, SIM) SPECMA bank analysis of volatile sulfur compounds in garlic essential oils. In linskens, H.F. and J.F. Jackson (eds), *essential oils and waxes*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 99-130.

Weaterdahl, B.B., and J.O. Becker. 2011. UC IPM pest management guidelines: cucurbits. <http://www.ipm.uvdavis.edu/PMG/r116200111> (consulta 22 de febrero de 2012).

- Wendt, U. 1989. Insecticidas naturales obtenidos del arbol del neem (*Azadirachta indica*) como alternativas para el combate de plagas en la provincia de Manabí. In: Memorias del Seminario sobre Agricultura Alternativa, Quito (Ecuador), Fundación Natura, Proyecto Educación Ambiental sobre Plaguicidas, p. 54-56.
- Wislocki, P.G.; Grosso, L.S.; Dybas, R.A. 1989. Environmental aspects of abamectin use in crop protection. In: Campbell, W.C. (ed), Ivermectin and Abamectin. New York, NY, Springers Verlag, pp 182-200.
- Wright, D.J.; Birtle, A.J.; Corps, A.E. Dybas, R.A. 1983. Efficacy of avermectins against a plant parasitic nematode *Meloidogyne incognita*. *Ann. Appl. Biol.*, 103-470
- Yasmin, L; M. Rashid; Nazim-Uddin, M.; Hossain, M.S.; Ahmed, M.U. 2003. Use of neem extract in controlling root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) of sweet-gourd. *Pakistan Journal of Plant Pathology* 2(3): 161-168.

X. ANEXOS

Cuadro13. Verificación de los supuestos para diferentes variables medidas en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Variables	Probabilidad de N		Prueba de Homogeneidad de varianza	
	W. Normal	Pr < w	Valor de x^2	Prob> x^2
Agallamiento radical	0.009	0.019	15.6	0.1114
Necrosis radical	0.10	0.004	12.50	0.2529
Altura de planta	0.07	0.318	8.11	0.7031
Diámetro de tallo	0.10	0.003	24.9	0.0091
Peso fresco (PA)	0.08	0.330	21.5	0.1043

Cuadro 14. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 47 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013

Variable	Probabilidad de N		Prueba de Homogeneidad de varianza	
	W. Normal	Pr < w	Valor de x^2	Prob> x^2
Plantas marchitas (%)	0.45	0.0001	6.68	0.3512

Cuadro 15. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 53 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Variable	Probabilidad de N		Prueba de Homogeneidad de varianza	
	W. Normal	Pr < w	Valor de x^2	Prob> x^2
Plantas marchitas (%)	0.45	0.0001	6.68	0.9112

Cuadro 16. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 62 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Variable	Probabilidad de N		Prueba de Homogeneidad de varianza	
	W. Normal	Pr < w	Valor de x^2	Prob> x^2
Plantas marchitas (%)	0.40	0.001	5.55	0.0951

Cuadro 17. Verificación de los supuestos para el porcentaje de plantas marchitas de pepino a los 71 días después de la siembra. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Variable	Probabilidad de N		Prueba de Homogeneidad de varianza	
	W. Normal	Pr < w	Valor de x^2	Prob> x^2
Plantas marchitas (%)	0.37	0.001	5.50	0.0172

Cuadro 18. Prueba de comparación de Friedman para agallamiento radical en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra, Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	60.6	4.43 cd
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	35.00	2.56 de
3.- Vydate 0.1 ml/L	55.6	4.12 cd
4.- Vydate 0.2 ml/L	15.6	1.25 e
5.- QL 1ml/L	90.6	9.25 a
6.- QL 2 ml/L	93.12	9.43 a
7.-Agriver 0.2 ml/L	80.31	7.43 ab
8.- Estruendo 0.2 ml/L	55.62	4.4 cd
9.- Ecozin 0.1 ml/L	75.00	6.25 bc
10.- Durivo 0.2 ml/L	62.5	5.50 bc
11.- Testigo absoluto (agua)	94.6	9.93 a

F= 0.0001

CF= 2.54

Cuadro 19. Prueba de comparación de Friedman para necrosis radical en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra, Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	75.0	6.93	b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	55.0	3.50	c d
3.- Vydate 0.1 ml/L	55.6	3.68	c d
4.- Vydate 0.2 ml/L	54.4	3.06	d
5.- QL 1 ml/L	88.7	9.87	a b
6.- QL 2 ml/L	88.2	9.81	a b
7.- Agriver 0.2 ml/L	73.75	6.68	b c d
8.- Estruendo 0.2 ml/L	58.2	3.43	c d
9.-Ecozin 0.1 ml/L	73.2	6.56	b c d
10.- Durivo 0.2 ml/L	67.5	6.16	b c d
11.- Testigo absoluto	93.2	10.87	a

F= 0.001
CF= 3.86

Cuadro 20. Análisis de varianza para la altura (cm) en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	Pr.F
Tratamientos	11	2732.38	0.5911
Bloques	7	9213.10	0.0003
Error	74	21609.85	
Total	92	33555.34	

C.V.= 0.1212
R² = 0.3559

Cuadro 21. Prueba de comparación de Friedman para diámetro de tallo en plantas de pepino a los 71 días después de la siembra, Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	1.19	6.25 a b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	1.14	6.78 a b c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.97	3.06 c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.94	3.62 b c
5.- QL 1 ml/L	1.12	6.31 a b c
6.- QL 2 ml/L	1.11	6.25 a b c
7.- Agriver 0.2 ml/L	1.19	7.25 a b c
8.- Estruendo 0.2 ml/L	1.03	4.93 a b c
9.-Ecozin 0.1 ml/L	1.20	8.25 a b c
10.- Durivo 0.2 ml/L	1.28	9.33 a
11.- Testigo absoluto	1.11	5.5 a b c

F= 0.004

CF= 5.39

Cuadro 22. Análisis de varianza para el peso fresco de la parte aérea (g) en plantas de pepino a los 71 dds, Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

F.V.	G.L.	S.C.	Pr.F
Tratamientos	7	6219012	0.7070
Bloques	11	85686.24	<0.0001
Error	74	99991.84	
Total	92	191897.21	

C.V.= 27.50

R² =0.4789

Cuadro 23. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2011 (47 dds).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 47 días después de la siembra.		
	Medias	Rangos	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	12.50	5.43	b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	0.00	4.62	c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.00	4.62	c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.00	4.62	c
5.- QL 1 ml/L	62.50	8.18	a
6.- QL 2 ml/L	56.25	8.50	a b
7.- Agriver 0.2 ml/L	18.75	5.93	a b c
8.- Estruendo 0.2 ml/L	6.25	5.25	b c
9.- Ecozin 0.1 ml/L	12.50	5.25	b c
10.- Durivo 0.2 ml/L	0.00	4.91	C
11.- Testigo absoluto	43.75	7.12	a b c

F= 0.0002

CF= 3.31

Cuadro 24. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2013 (53 dds).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 53 días después de la siembra.		
	Medias	Rangos	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	12.50	5.06	b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	12.50	4.93	b c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.00	4.12	c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.00	4.12	c
5.- QL 1 ml/L	68.75	8.87	a b
6.- QL 2 ml/L	75.00	9.25	a
7.- Agriver 0.2 ml/L	37.50	6.68	a b c
8.- Estruendo 0.2 ml/L	31.25	6.25	a b c
9.-Ecozin 0.1 ml/L	37.50	6.81	a b c
10.- Durivo 0.2 ml/L	0.00	4.58	c
11.- Testigo absoluto	75.00	9.06	a

F= 0.0001

CF=3.95

Cuadro 25. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2013 (62 dds).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 62 días después de la siembra.		
	Medias	Rangos	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/L	31.25	4.93	b c
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/L	18.75	4.18	b c
3.- Vydate 0.1 ml/L	0.00	3.12	c
4.- Vydate 0.2 ml/L	0.00	3.12	c
5.- QL 1 ml/L	93.75	8.93	a
6.- QL 2 ml/L	93.75	9.00	a
7.- Agriver 0.2 ml/L	68.75	7.37	a b
8.- Estruendo 0.2 ml/L	56.25	6.25	a b c
9.-Ecozin 0.1 ml/L	87.50	8.56	a
10.- Durivo 0.2 ml/L	50.00	6.33	a b c
11.- Testigo absoluto	100.0	9.31	a

F= 0.0001

CF= 3.52

Cuadro 26. Prueba de comparación de Friedman sobre el porcentaje de plantas marchitas de pepino, Culiacán, Sinaloa, México, 2013 (71 dds).

Tratamientos	Porcentaje de plantas marchitas a los 71 días después de la siembra.		
	Medias ¹	Rangos ²	
1.- Extracto de ajo 0.2 ml/l	50.00	5.81	abcd
2.- Extracto de ajo 0.4 ml/l	18.75	4.00	bcd
3.- Vydate 0.1 ml/l	6.25	3.13	cd
4.- Vydate 0.2 ml/l	0.00	2.93	d
5.- QL 1 ml/l	93.75	8.75	a
6.- QL 2 ml/l	93.75	8.81	a
7.- Agriver 0.2 ml/l	75.00	7.43	ab
8.- Estruendo 0.2 ml/l	62.50	6.87	abc
9.-Ecozin 0.1 ml/l	87.50	8.37	a
10.- Durivo 0.2 ml/l	50.00	6.25	abcd
11.- Testigo agua	100.0	9.12	a

F= 0.0001
CF= 3.58

Cuadro 27. Verificación de los supuestos para el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* "in vitro". Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Variable	Probabilidad de N		Prueba de Homogeneidad de varianza	
	W. Normal	Pr < w	Valor de x^2	Prob> x^2
Larvas inmóviles a las 24 horas	0.7256	0.0001	23.68	0.0006
Larvas inmóviles a las 48 horas	0.7186	0.0001	12.84	0.0024
Larvas inmóviles a las 72 horas	0.6982	0.0001	6.74	0.0150
Larvas inmóviles a las 96 horas	0.6995	0.0001	3.34	0.5024
Larvas inmóviles a las 120 horas	0.6655	0.0001	2.38	0.4160
Larvas inmóviles a las 144 horas	0.6626	0.0001	2.56	0.4640

Cuadro 28. Prueba de comparación de Kruska-Wallis sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* “*in vitro*” a las 24 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos	
1.- E. ajo 0.1 ml/L	98.5	23.5	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	99.7	25.0	a
3.- QL 0.5 ml/L	2.0	5.5	b
4.- QL 1 ml/L	1.2	6.2	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	78.7	15	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	87.7	15	a
7.- Testigo	0.7	2.5	b

Cuadro 29. Prueba de comparación de Kruska-Wallis sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* “*in vitro*” a las 48 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos	
1.- E. ajo 0.1 ml/L	99.7	24.0	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	100	25.0	a
3.- QL 0.5 ml/L	4.7	5.7	b
4.- QL 1 ml/L	7.5	9.8	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	86.2	15.1	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	90.2	15.3	a
7.- Testigo	1.5	2.5	c

Cuadro 30. Prueba de comparación de Kruska-Wallis sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* “*in vitro*” a las 72 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos	
1.- E. ajo 0.1 ml/L	100	24.5	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	100	24.5	a
3.- QL 0.5 ml/L	5.5	5.8	c
4.- QL 1 ml/L	10.7	10.2	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	93.2	15.1	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	95.2	17.8	a
7.- Testigo	2.5	2.7	c

Cuadro 31. Prueba de comparación de Kruska-Wallis sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* “*in vitro*” a las 96 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos	
1.- E. ajo 0.1 ml/L	100	22.5	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	100	24.5	a
3.- QL 0.5 ml/L	7.2	6.7	b
4.- QL 1 ml/L	10.7	10.2	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	98	16.2	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	99.5	20.7	a
7.- Testigo	2.5	3.3	c

Cuadro 32. Prueba de comparación de Kruska-Wallis sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* “*in vitro*” a las 120 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos	
1.- E. ajo 0.1 ml/L	100	22.5	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	100	24.0	a
3.- QL 0.5 ml/L	10.5	8.5	b
4.- QL 1 ml/L	13.2	10.2	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	98.5	17.6	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	100	22.0	a
7.- Testigo	5.0	3.3	c

Cuadro 33. Prueba de comparación de Kruska-Wallis sobre el porcentaje de larvas inmóviles del segundo estado juvenil de *Meloidogyne* “*in vitro*” a las 144 horas. Culiacán, Sinaloa, México, 2013.

Tratamientos	Medias	Rangos	
1.- E. ajo 0.1 ml/L	100 ¹	22.5 ²	a
2.- E. ajo 0.2 ml/L	100	25.5	a
3.- QL 0.5 ml/L	10.5	8.5	b
4.- QL 1 ml/L	13.2	10.2	b
5.- Vydate 0.05 ml/L	99	21.5	a
6.- Vydate 0.1 ml/L	100	21.5	a
7.- Testigo	5.0	3.5	c