

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

**EFFECTO DE LA VERMICOMPOSTA
EN EL IMPACTO DE *NACOBBUS ABERRANS* EN JITOMATE**

**TESIS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

**PRESENTA
AZUCENA MA. DE LOS ÁNGELES VILLA BRIONES**



Agosto del 2005

Chapingo, Estado de México



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

**EFFECTO DE LA VERMICOMPOSTA EN EL IMPACTO DE
NACOBBUS ABERRANS EN JITOMATE**

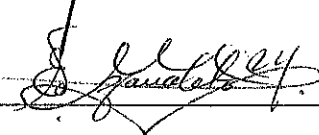
Tesis realizada por Azucena Ma. de los Ángeles Villa Briones, bajo la dirección
de la Dra. Emma Zavaleta-Mejía y aprobada por el Comité Asesor indicado, y
aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

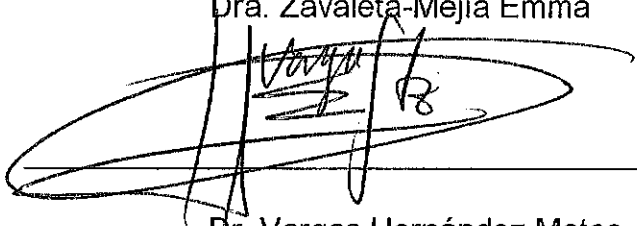
DIRECTOR:


Dr. Ramírez Alarcón Samuel

ASESOR:


Dra. Zavaleta-Mejía Emma

ASESOR:


Dr. Vargas Hernández Mateo

DEDICATORIA

A mis padres:

José Villa y Ma. Sabás Briones

Por haberme brindado la vida y por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A mi hija:

Vanessa

Por ser el motivo de superación más importante en mi vida

A mis hermanos:

Lalo, Male, Rigo, Lore, Junior, Luis y Victor

Por su cariño y apoyo brindado en la realización de mis metas.

A mis cuñadas y sobrinos (as) por que llenan mi vida de alegría.

A mis amigos:

Elizabeth, Erika, Graciela y Rodrigo por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Postgrado en Protección Vegetal por darme los conocimientos necesarios para lograr una formación integral.

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

Al Departamento de Parasitología Agrícola, por los apoyos otorgados durante el mis estudios en el postgrado.

A la Dra. Emma Zavaleta-Mejía como un gran ejemplo de trabajo, entrega y amistad.

Al Dr. Mateo Vargas Hernández por su valiosa colaboración y grandes aportes en la realización de esta investigación.

Al Dr. Samuel Ramírez Alarcón por su apoyo.

A la Dra. Olga Rodríguez Gómez por su valiosa colaboración en el laboratorio.

A los profesores de postgrado por sus aportes académicos. Al M. C. Antonio Segura, Dr. Urzua y el Sr. Felipe por su apoyo brindado.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos generales

Nombre: Azucena Ma. de los Ángeles Villa Briones

Lugar de origen: Emiliano Zapata, Cuencamé, Durango.

Profesión: Ingeniero en Agroecología

Formación académica

Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo (1993-1997).

Licenciatura: Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo. (1997-2001).

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
DATOS BIOGRÁFICOS.....	v
CONTENIDO.....	vi
LISTA DE CUADROS.....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Importancia del cultivo.....	3
<i>Nacobbus aberrans</i>	4
Enmiendas orgánicas como estrategia de manejo de nematodos fitoparásitos.....	7
Estiércoles.....	8
Plantas con propiedades antimicrobianas.....	11
Vermicomposta.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	20
4. RESULTADOS.....	28
5. DISCUSIÓN.....	39
6. CONCLUSIONES.....	42
7. LITERATURA CITADA.....	43
8. ANEXOS.....	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo naturalmente infestado con <i>N. aberrans</i>	19
Cuadro 2. Contrastes simples de grupos de tratamientos aplicados para manejar a <i>Nacobbus aberrans</i> y mejorar el desarrollo del jitomate. Primer ensayo.....	28
Cuadro 3. Contrastes simples de grupos de tratamientos aplicados para manejar a <i>Nacobbus aberrans</i> y mejorar el desarrollo del jitomate. Segundo ensayo.....	31
Cuadro 4. Efecto de la vermicomposta a los 55 y 85 días (d) después del transplante bajo condiciones de campo en plantas de jitomate Var. Río Grande.....	34
Cuadro 5. Análisis de correlación entre las variables volumen radical (VR), peso seco de raíz (PSR), necrosis radical (NR) y peso seco del follaje (PSF) evaluadas a los 55 y 85 días posteriores al transplante (dpt).....	35
Cuadro 6. Efecto del extracto de vermicomposta en la movilidad de J2 de <i>Nacobbus avernas</i> primer ensayo.....	36
Cuadro 7. Efecto del extracto de la vermicomposta en la movilidad de los J2 de <i>Nacobbus avernas</i> segundo ensayo.....	37
Cuadro 8. Recuperación de la movilidad de los J2 de <i>Nacobbus aberrans</i> después de ser expuestos a los extractos de vermicomposta y transferidos a agua.....	38
En anexo Cuadro 9. Escala de Índice de agallamiento de acuerdo a Daulton and Nusbaum, 1961.....	58

En anexo Cuadro 10. Contrastes simples para Índice de Agallamiento (primer ensayo de invernadero).....	59
En anexo Cuadro 11. Contrastes simples para Peso Freso de Follaje (primer ensayo de invernadero).....	60
En anexo Cuadro 12. Contrastes simples para Peso Seco de Raíz (primer ensayo de invernadero).....	61
En anexo Cuadro 13. Contrastes simples para Necrosis Radical (primer ensayo de invernadero).....	62
En anexo Cuadro 14. Contrastes simples para Volumen Radical (primer ensayo de invernadero).....	63
En anexo Cuadro 15. Contrastes simples para Índice de Agallamiento (segundo ensayo de invernadero).....	64
En anexo Cuadro 16. Contrastes simples para Peso Freso de Follaje (segundo ensayo de invernadero).....	65
En anexo Cuadro 17. Contrastes simples para Peso Seco de Raíz (segundo ensayo de invernadero).....	66
En anexo Cuadro 18. Contrastes simples para Necrosis Radical (segundo ensayo de invernadero).....	67
En anexo Cuadro 19. Contrastes simples para Volumen Radical (segundo ensayo de invernadero).....	68

EFFECTO DE LA VERMICOMPOSTA EN EL IMPACTO DE NACOBBUS ABERRANS EN JITOMATE
EFFECT OF VERMICOMPOST ON THE IMPACT OF NACOBBUS ABERRANS ON TOMATO PLANTS

Azucena Ma. de los Ángeles Villa-Briones.¹, Emma Zavaleta-Mejía², Mateo Vargas-Hernández³,
Samuel Ramírez-Alarcón³.

RESUMEN

Se probó el efecto de la vermicomposta y estiércol para el manejo de *Nacobbus aberrans*. La incorporación de vermicomposta y estiércol en condiciones de invernadero redujeron significativamente ($\alpha=0.05$) en 27% y 40% el índice de agallamiento radical en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), respectivamente, con relación al testigo; ambas enmiendas incrementaron significativamente el volumen radical (VR) en 18 y 16 veces más, el peso seco de raíz (PSR) en 2.2 y 2.7 veces más y el peso seco del follaje (PSF) en 11 y 8 veces más; la necrosis radical fue significativamente reducida con respecto al testigo en 43% con ambas enmiendas. En campo la aplicación de 12.5 T ha⁻¹ (500g por planta) y 7.5 T ha⁻¹ (300g por planta) de vermicomposta redujeron significativamente el índice de agallamiento en 29 y 28% respectivamente y la NR en 34.8 y 37.5%; el PSF aumentó significativamente 352.5 y 369.2 % con respecto al testigo; sin embargo en VR y el PSR no hubo diferencias significativas. En laboratorio el extracto de vermicomposta inmovilizó alrededor del 50% de los J₂ expuestos, sólo cuando se esterilizó o se le adicionó antibiótico y fungicida; sin embargo, cuando los J₂ fueron transferidos a agua destilada estéril, éstos recuperaron su movilidad indicando que el efecto del extracto fue nemastático.

ABSTRACT

The effect of vermicompost and manure was tested for the management of *Nacobbus aberrans* under greenhouse conditions. The number of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) root galls was reduced significantly ($\alpha=0.05$), 27% by using vermicompost mixed with soil and 40% by using manure mixed with soil, in comparison to the control without amendments; both amendments increased the root volume (RV) 18 and 16 times more, dry root weight DRW 2.2 and 2.7 times more and dry shoot weight (DSW) 11 and 8 more times significantly, while root necrosis was reduced significantly by 43% in comparison to the control. In the field, the application of 12.5 Tha⁻¹ (500 g per plant) of vermicompost reduced root galling significantly by 29% and the application of 7.5 Tha⁻¹ (300g per plant) of vermicompost reduced root galling significantly by 28%. Root necrosis 34.8 and 37.5% and the DSW increased 352.5 and 369.2% in comparison to the control without amendments. However, RV and DSW did not show significant differences. In the laboratory, the vermicompost extract immobilized around 50% of the J₂ that were exposed, only when the extract was sterilized or antibiotic and fungicide were added; however, when the J₂ was transferred to sterile, distilled water, these J₂ started to move again, indicating that the extract effect was nemastatic.

Palabras clave: vermicomposta, estiércol, índice de agallamiento, *Nacobbus aberrans*.

Key words: vermicompost, manure, root galling, *Nacobbus aberrans*

¹ Tesista

² Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados

³ Protección Vegetal. Universidad Autónoma Chapingo

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de jitomate (*Lycopersicum esculentum* L.) en el 2002 ocupó el segundo lugar en superficie cultivada con 71, 396 ha, constituye una importante fuente de trabajo y generación de divisas (SAGARPA, 2002). Entre los problemas fitosanitarios que limitan su producción esta *Nacobbus aberrans*, nematodo agallador que puede llegar a ocasionar pérdidas hasta del 80% en la producción (Cristóbal, 2001). Dependiendo del nivel de población del nematodo, los daños pueden ser muy severos, al grado de ocasionar la muerte de las plantas (Cid del Prado *et al.*, 1996).

Dentro de las alternativas diferentes al control químico para el control de fitopatógenos con origen en el suelo, está la incorporación de materia orgánica (enmiendas orgánicas) que mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo; así mejora la estructura y aireación del suelo al favorecer la formación de agregados estables al agua, se incrementa la capacidad de retención de agua y de intercambio catiónico, el contenido de macronutrientes y se estimula la actividad biológica de suelo (Labrador, 1996). Todo esto redunda en un mejor desarrollo del sistema radical de las plantas, lo cual se puede traducir en un incremento del rendimiento del cultivo.

Desde el punto de vista fitopatológico, los efectos que más han llamado la atención son los que tienen que ver con la reducción en la incidencia y severidad de las enfermedades radicales (Zavaleta-Mejia, 2003), ya que las enmiendas orgánicas incrementan las poblaciones de microorganismos antagonistas que liberan y estimulan la producción de metabolitos tóxicos que afectan a los fitopatógenos, incluyendo los estados infectivos de los nematodos fitoparásitos (Chavarría-Carvajal y Rodríguez-Kábana, 1998).

La mayoría de los trabajos de investigación con enmiendas orgánicas se han orientado a la incorporación de residuos de plantas con propiedades nematicidas, estiércoles, abonos verdes y residuos de cosechas; sin embargo, se tiene poca información sobre el efecto de la vermicomposta, a pesar de que algunos investigadores la consideran como el mejor abono orgánico, que además puede reducir el daño por fitopatógenos con origen en el suelo. Así con la aplicación de vermicomposta se han logrado disminuir algunas enfermedades inducidas por hongos como: *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae*, *Fusarium oxysporium* f. sp. *lycopersici* en col y tomate (Szczzech et al., 1993); *Sclerotinia esclerotiorum* y *Sclerotium cepivorum* (Pereira et al., 1996). También se han reportado efectos positivos en el control de nematodos como *Heterodera schachtii* y *Meloidogyne hapla* en tomate y col (Szczzech y Brzeski, 1994); y *Meloidogyne javanica* en tomate (Zambolim et al., 1996). Por lo anterior esta investigación tuvo por objetivo: Evaluar el efecto de la vermicomposta en el manejo de *N. aberrans* en jitomate.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del cultivo

En México, el jitomate (*Lycopersicum esculentum* L.) es un cultivo que en el 2002 ocupó el segundo lugar en superficie cultivada con 71, 396 ha y el primer lugar en cuanto a volumen y valor de la producción con \$5,993,646,542.00 en el renglón hortícola, con producción destinada tanto al mercado nacional como para exportación. Su importancia socioeconómica radica en la generación de ingresos y como fuente de empleo para mano de obra calificada y no calificada. Los principales estados productores de jitomate en México son en orden de importancia: Sinaloa, San Luis Potosí, Baja California Norte, Michoacán, Sonora, Jalisco y Baja California Sur, ello se debe a su alta tecnificación involucrada en su producción destinada a la exportación. La mayor producción se obtiene del ciclo otoño-invierno con un 57% del total nacional y el restante 43% se obtiene del ciclo primavera-verano. De la producción del ciclo otoño-invierno se realizan las mayores exportaciones, principalmente entre los meses de enero a abril. El 60% de la producción, proviene de Sinaloa (Cristóbal, 2001; SAGARPA, 2002).

Entre los factores que limitan la producción del jitomate están los fitosanitarios, destacando las virosis (virus mosaico del tomate y virus de la marchitez manchada del tomate) (Nuez, 1999), fungosis (*Phytophthora infestans*, *Botrytis*

cinerea) (Mendoza, 1999) y bacteriosis (*Clavibacter michiganensis*) (Pérez y Castro, 1999); sin embargo, en algunas regiones productoras de jitomate como Puebla, Hidalgo, Estado de México, San Luis Potosí, Guanajuato, Morelos, Tlaxcala, Coahuila, Zacatecas (Cid del Prado y García, 1991) y Oaxaca (Montes-Belmont, 1986) la producción de jitomate es afectada por nematodos agalladores (*Meloidogyne* spp. y *Nacobbus aberrans*). Los nematodos formadores de agallas tienen una amplia gama de hospedantes y causan pérdidas económicas tanto directas por la disminución del rendimiento, como indirectas por los gastos que implica su control (Zavaleta-Mejía y Rojas, 1988; Castro *et al.*, 1990; Luc *et al.*, 1990; Zavaleta-Mejía, *et al.*, 1993; Main *et al.*, 1999; Franco-Navarro, 2002) y en zonas poco tecnificadas, han conducido al abandono de los cultivos.

Nacobbus aberrans

Nacobbus aberrans fue reportado por Cobb en 1918, en el Estado de Colorado E. U. pero él considero que se trataba de *Heterodera schachtii* y Thorne y Allen en 1944 proponen al género *Nacobbus* basándose en el dimorfismo sexual. Taxonómicamente pertenece a la familia Pratylenchidae y subfamilia Nacobbinae; presenta marcado dimorfismo sexual en estado adulto ya que la hembra adquiere la forma de saco, es sedentaria y continua alimentándose, mientras que el macho es filiforme y activo, después de la cuarta muda deja la raíz ignorándose si se alimenta de la planta hospedante el período que le resta de vida (Main y Lyon, 1975; Cid del Prado, 1985; Luc, 1987).

El nematodo *N. aberrans* fue encontrado en los Estados Unidos en el estado de Utah en 1935, Nebraska en 1949 y en Colorado, Kansas, Montana, Dakota del Sur en 1959 (Zamudio, 1987). En 1957 se le encontró por vez primera en Inglaterra y Holanda en tomate cultivado bajo condiciones de invernadero (Zamudio, 1987). En lo que respecta a países de América Latina, se le encontró en Bolivia en 1961, en Perú en 1962 y es considerado como uno de los mayores problemas en la producción de papa; en Chile en 1968, en Argentina en 1964, en Ecuador en 1976 y en México fue identificado por vez primera por Brunner en 1967, asociado al cultivo de chile (Inserra *et al.*, 1985; Zamudio, 1987). La gama de hospedantes es muy amplia, esta especie se encuentra asociada a un gran número de familias, tanto en plantas de importancia agrícola como malezas (Doucet y Di Riezo, 1991).

En México, *N. aberrans* se ha reportado en 10 estados: Puebla, Hidalgo, Estado de México, San Luis Potosí, Guanajuato, Morelos, Tlaxcala, Coahuila, Zacatecas y Oaxaca parasitando a un gran número de especies cultivadas y no cultivadas, pertenecientes a las familias Solanaceae, Leguminosae, Quenopodiaceae, Asteraceae, Poaceae, Cruciferae, Leguminosae, Quenopodiaceae, Amarantaceae, Umbelliferae, Portulacaceae, Malvaceae y Polygonaceae (Loyola, 1994). Entre los cultivos con los que se ha encontrado asociado esta jitomate (*L. esculentum* L.), chile (*Capsicum annuum* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), acelga (*Beta vulgaris* L.), espinaca (*Spinacea oleracea* L.), calabacita (*Cucúrbita pepo* L.) y amaranto (*Amaranthus hybridus* L.) (Jatala, 1985; Loyola, 1994; Cristóbal *et al.*, 2001).

Dentro de las especies no cultivadas que puede atacar se ha reportado al quelite cenizo (*Quenopodium murale*), la verdolaga (*Portulaca oleracea*), el toloache (*Datura estramonium*), la malva (*Malva parviflora*) y el quelite (*Amarantus hybridus*) (Cruz *et al.*, 1987; García-Camargo y Sandoval, 1995; Gray *et al.*, 1997).

N. aberrans ha ocasionado pérdidas importantes principalmente en los cultivos de jitomate (Cristóbal, 2001), frijol (Velásquez y González, 1991) y chile (Zavaleta-Mejía *et al.*, 1993). En el cultivo de jitomate se reportan pérdidas de 50 y 100% en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Puebla, México, Morelos y Oaxaca (Castillo, 1985; Zamudio *et al.*, 1987). Cristóbal (2001) reporta pérdidas de 12% por *N. aberrans* en jitomate cv. Río Grande cuando se aplicó un control integrado (el cual consistió de fertilización química, aplicación de nematicidas y la incorporación de pollinaza), de un 29% al aplicar las prácticas agronómicas regionales donde incluyeron fertilizantes químicos y productos nematicidas para el control del nematodo y de un 83% cuando no se hizo ningún control.

El método de control de *N. aberrans* que mayor atención ha recibido es el químico debido a que han dado mejores resultados y sus efectos suelen ser más rápidos (Equihua, 1977, Franco *et al.*, 1993, Main *et al.*, 1999). Sin embargo, esta estrategia es de costo elevado, requiere aplicaciones continuas y su uso solo se justifica en cultivos redituables. Dentro del control cultural, con la solarización se pueden lograr reducciones en el nivel de inóculo entre el 68.9 y el 76.4% (Yañez-Juárez *et al.*, 2001). Otras opciones de control que se han

probado son: el uso de variedades tolerantes combinado con un manejo de fechas de siembra (Castillo, 1985); la incorporación de residuos de plantas con propiedades tóxicas, compostas, gallinaza y estiércol (Gómez, 1991; Cid del Prado *et al.*, 1996).

Enmiendas orgánicas como estrategia de manejo de nematodos fitoparásitos

La estrategia comúnmente utilizada en el control de nematodos ha sido la aplicación de productos químicos, pero el uso de éstos cada vez está más restringido debido a los problemas de contaminación que han ocasionado al ambiente y de salud del hombre. Las enmiendas orgánicas han dado resultados positivos en el manejo de nematodos fitopatógenos, Muller y Gooch (1982) reportan alrededor de 125 trabajos de investigación relacionados al uso de enmiendas orgánicas para el control de diferentes especies de nematodos principalmente de *Meloidigyne* sp., en el cultivo de jitomate. En esas investigaciones se realizaron 151 ensayos con subproductos de la extracción de aceites a partir de diferentes semillas; mientras que las compostas y los estiércoles se probaron solo en 41 ensayos.

La incorporación de materia orgánica mejora la estructura del suelo al favorecer la formación de agregados estables al agua; aumenta el contenido de macronutrientes y la actividad biológica del suelo (Labrador, 1996; Zavaleta-Mejía, 2003). Desde el punto de vista fitopatológico los efectos que más han llamado la atención son los que tienen que ver en la reducción de la incidencia y

severidad de las enfermedades al inhibir a los patógenos del suelo a través de varios mecanismos: a) germinación y lisis de los propágulos de fitopatógenos, b) competencia por nutrientes, c) producción de metabolitos tóxicos volátiles y no volátiles para los estados infectivos, d) modificación del ambiente del suelo (O_2 , CO_2 , NO_3 , pH), e) interferencia con la diseminación del inóculo, f) control biológico al favorecer el incremento de antagonistas, parásitos y depredadores, g) incrementa la capacidad biológica del suelo para amortiguar a los patógenos y h) estimulación de las defensas del hospedante (Huber y Watson, 1970; Rodríguez-kábana, 1991; Abawi y Thurson, 1994; Chavarría-Carvajal y Rodríguez-Kábana, 1998; Mahendra-Singh *et al.*, 1998).

La adición de materia orgánica es una práctica casi tan antigua como la agricultura. Una amplia variedad de enmiendas orgánicas se ha utilizado para controlar hongos, nematodos, flora arvense e insectos. Estos materiales incluyen estiércol de ganado, residuos de industrias, numerosos productos de la agricultura así como plantas con efectos alelopáticos. La eficacia de las enmiendas contra los nematodos y otros patógenos del suelo depende de las sustancias que se liberen y que van a estar determinadas por el tipo de microorganismos implicados en su descomposición en el suelo (Canullo *et al.*, 1992; Bello *et al.*, 2000).

Estiércoles. Los estiércoles son excrementos de animales que al incorporarse al suelo sus componentes orgánicos son degradados y transformados por los microorganismos. Son ricos en materia orgánica, su nitrógeno se encuentra casi

exclusivamente en forma orgánica y requiere la mineralización previa para ser asimilado por los cultivos, se caracteriza en general por un contenido reducido de nitrógeno amoniacal, fósforo y potasio que se encuentran aproximadamente al 50% en forma orgánica-mineral; contienen además gran número de oligoelementos y sustancias fisiológicamente activas como hormonas, vitaminas, y antibióticos cuya adición casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica del suelo (Simpson, 1986; Labrador, 1996; Trinidad-Santos, 1999). Sin embargo, un mal manejo de los estiércoles se traduce fundamentalmente en: a) pérdida de compuestos por difusión a la atmósfera, por oxidación en forma de CO₂ y H₂O, por lixiviación, que está relacionada con temperatura, humedad y aireación (bien por exceso o por defecto); b) incorporación al suelo de semillas de malas hierbas, c) inoculación de determinadas poblaciones de microorganismos patógenos y d) fuente de sustancias fitotóxicas para los vegetales (Labrador, 1996).

La aplicación del estiércol en los sistemas ecológicos proporciona elementos nutricionales a las plantas, ayuda en la formación de suelo, mejorar las propiedades biológicas y físico/químicas, y es en general fuente de energía y nutrientes para el ecosistema edáfico (Pereyda y Abrego, 1994; Lampkin, 2001).

Los estiércoles incorporados al suelo sirven como alimento a los microorganismos e incrementa su competencia, esencia del control biológico de patógenos, desviando el equilibrio a favor de la flora saprófita del suelo y en

contra de los patógenos (Pereyda y Abrego, 1994); puede ser que al agregarse, entren en un proceso de descomposición rápida y se libere amoníaco, se mantenga y se incremente la cantidad de hongos, bacterias y actinomicetos que puedan ser antagónicos y se modifique también el pH del suelo, lo cual puede inhibir a microorganismos fitopatógenos mientras su efecto perdure (Rosas, 1985; Jacobo, 1989). Se reporta que la adición de estiércol induce la supresividad en el suelo disminuyendo la cantidad de raíces infectadas por *Phytophthora cinamomi* en aguacate, así los árboles pueden tolerar el ataque del patógeno (Rosas, 1985; Jacobo, 1989). En papa la incorporación de 6 T·ha⁻¹ de gallinaza incrementó el porcentaje de tubérculos sanos (Romero-Lima, 1997;). Ulacio (2003), reporta que la incorporación de pollinaza a razón de 60g por maceta redujo en un 50% con respecto al testigo, la incidencia de la pudrición blanca causada por *Sclerotium cepivorum*

Asimismo, la adición de estiércol se ha asociado con un incremento en las poblaciones de hongos nematófagos y reducción de algunos nematodos fitopatógenos (Hay et al., 1998). La aplicación de 10 T·ha⁻¹ de gallinaza redujo las poblaciones de *Meloidogyne incognita* en tomate (Wahundeniya, 1991 citado por Bello et al., 2003). La evaluación de cinco enmiendas de estiércol en una proporción de 4% (18.8 T·ha⁻¹) indicó que la gallinaza y el estiércol de caballo disminuyeron significativamente el número de quistes de *Globodera pallida* (González y Canto-Sáenz, 1993). Bello et al. (2003), al combinar estiércol de oveja (15g) + gallinaza (5g) en 500g de suelo obtuvieron una mortalidad del 97% de *M. incognita* en un suelo arenoso. En árboles de

guayabo la aplicación de estiércol de cabra en dosis de 30 y 60 kg por árbol disminuyó las poblaciones de *M. incognita* en relación al testigo (Casassa-Padrón *et al.* 2004).

Plantas con propiedades antimicrobianas. Tanto plantas silvestres como cultivadas poseen metabolitos con propiedades antimicrobianas en sus tejidos, por lo tanto estas plantas pueden ser incorporadas al suelo como enmiendas orgánicas (Zavaleta-Mejía y Rojas, 1988; Castro *et al.*, 1990). Existen alrededor de 2400 especies de plantas con propiedades tóxicas contra malezas, roedores, ácaros, insectos, hongos, bacterias y nemátodos. De esas especies aproximadamente 400 presentan propiedades antagónicas contra 142 hongos fitopatógenos, otras afectan a unos 23 taxa de bacterias, 19 virus y 43 especies de nematodos (Grainge y Ahmed, 1988). Entre las plantas con mayor potencial para controlar algunas especies de nematodos se encuentra *Allium sativum* para *Meloidogyne*; *Arachis hypogea* para *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus*; *Anagallis arvensis* contra *Arguina*; *Avena sativa* contra *Meloidogyne* y *Ricinus communis* para *Ditylenchus*, *Helicotylenchus*, *Globodera*, *Pratylenchus*, *Tylenchorhynchus* y *Meloidogyne* (Montes-Belmont, 1996). Su efecto nematicida no solo se ha probado con la aplicación de extractos vegetales, sino también con la incorporación al suelo de sus residuos de cosecha, o bien sembrando en asociación plantas con propiedades nematicidas y plantas hospedantes de nemátodos (Franco-Navarro, 2002).

De las plantas con propiedades nematocidas que pueden ser incorporadas al suelo como enmiendas orgánicas destaca *Tagetes erecta*, flor de muerto o cempazúchil, productora de metabolitos secundarios capaces de controlar fitopatógenos, especialmente nemátodos. Las plantas de *T. erecta* poseen un alto contenido de tertiénilos (tiofenos); compuestos altamente nematotoxicos, sin efectos nocivos para el ambiente y el hombre (Castro *et al.*, 1990; Zavaleta-Mejía *et al.*, 1991; Zavaleta-Mejía *et al.*, 1993)

Con el cultivo y la incorporación de *T. erecta*, se ha logrado reducir significativamente la población de juveniles de *M. incognita*, y disminuir el índice de agallamiento en raíces de jitomate; esto a su vez ha permitido incrementar la biomasa en plantas y obtener un mayor rendimiento (Aguirre *et al.*, 1989; Castro *et al.*, 1990; Zavaleta-Mejía *et al.*, 1993; Verduzco *et al.*, 1996;). resultados similares se obtuvieron para *N. aberrans* bajo condiciones de campo (Gómez *et al.*, 1991; Zavaleta-Mejía y Ochoa, 1992).

Montes-Belmont (1973), al adicionar pajas de maíz y cebada en una proporción de 10g por kilogramo de suelo evitó el achaparramiento, la reducción en peso del follaje, y se disminuyó el número de agallas inducidas por *N. aberrans* en plantas de jitomate. Con enmiendas a base de kudzú, mucuna, corteza de pino y urea/N-, se redujo el agallamiento de raíces por *M. incognita* y se incrementaron las poblaciones de nemátodos no fitoparásitos (Chavarría-Carbajal y Rodríguez-Kábana, 1998).

Se sabe que la incorporación de residuos de crucíferas (hojas y tallos) al suelo reducen significativamente el daño ocasionado por patógenos de raíz (Franco-Navarro, 2002). Durante el proceso de descomposición de los tejidos de crucíferas se liberan sustancias volátiles que contienen azufre; entre los volátiles reportados se incluyen mercaptanos, sulfuros de varios tipos e isotiocianatos, (Lewis y Papavizas, 1970; Mojtahedi *et al.*, 1991; Al Rehiyani y Hafez, 1998;). La toxicidad de éstos volátiles ha sido demostrada en varios hongos (Lewis y Papavizas, 1971) y en nematodos (Zavaleta-Mejía y Rojas, 1988). En invernadero al incorporar residuos de crucífera sola en suelo infestado con *Sclerotium cepivorum* causante de la pudrición blanca se redujo el número de plantas de cebolla muertas en un 40% y el índice de enfermedad en un 25 a 65% de manera significativa; cuando se combinó crucífera con plástico se redujo el número de plantas muertas en 93% (Villar, *et al.*, 1990). En campo la severidad de la pudrición blanca se redujo en 28% con col, 28% con brócoli y 44% cuando se combinaron col y brócoli (Zavaleta-Mejía *et al.*, 1992). El control de *Fusarium oxysporium* f. sp. *subglutinans* fue efectivo al combinar la incorporación de residuos secos de col y el arropamiento del suelo con polietileno (Ramírez-Villapudua y Munnecke, 1987).

Las crucíferas que han mostrado mayor potencial para suprimir las poblaciones de nematodos fitopatógenos son: col (*Brassica oleracea* cv. *capitata*), brócoli (*B. oleracea* cv. *botrytis*) y la coliflor (*B. oleracea* cv. *acephala*); los volátiles tóxicos liberados durante su descomposición inmovilizan o matan a los nematodos

fitoparásitos, dependiendo de la cantidad de residuo incorporado (Zavaleta-Mejía y Rojas, 1988; Lazzeri *et al.*, 1993; McSorley y Frederick, 1995)

Las crucíferas pueden utilizarse como abono verde y sembrarse en el terreno antes de establecer el cultivo hospedante de las especies de nematodos fitopatógenos. En varios estudios se ha comprobado que la mejor manera de aprovechar la actividad fumigante de los residuos de crucíferas es enterrándolos, debido a que los compuestos tóxicos son volátiles y rápidamente se liberan (Salazar *et al.*, 1992). Mojtahedi *et al.* (1991), reporta que al incorporar fragmentos de tallos de *Brassica napus* y *B. campestris* se redujo significativamente la población de *M. chitwoodi*. En invernadero la incorporación al suelo de col en proporción de 0.5% a 2.0% (p/v) redujo en un 68 a 96% el agallamiento radical del jitomate causado por *M. incognita*; además la pudrición de la raíz causada por invasores secundarios se redujo considerablemente (Zavaleta-Mejía y Rojas, 1988). De manera similar la incorporación de residuos de col al 1% y 2% al momento del transplante redujo en un 36% y 54% el agallamiento por *N. aberrans*, además de favorecer el crecimiento y producción de las plantas en jitomate (Franco-Navarro *et al.*, 2002).

La higuera (*Ricinus communis*) ha sido utilizada principalmente para el control de nematodos agalladores y formadores de quistes; esta planta no es un hospedante adecuado para nematodos fitopatógenos, aunque el nematodo logra penetrar e inducir los sitios especializados de alimentación, estos

degeneran antes de que el nematodo complete su ciclo (Lear, 1958; Hackney y Dickerson, 1975; Al-Rehiayani y Hafez, 1998).

De acuerdo con Rich *et al.*, (1989) son varios los reportes de la utilización de los tejidos de la higuera o de su aceite; con ambas estrategias ha sido posible reducir las poblaciones de nematodos fitopatógenos, principalmente de especies ectoparásitas y nematodos agalladores (Al-Rehiayani y Hafez, 1998).

En okra con la incorporación de higuera y mucuna se controló a *M. areraria* aplicando 4 y 5g por maceta (Ritzinger y McSorley, 1998); Franco-Navarro *et al.*, (2002) al aplicar higuera (1% y 2%) redujeron el agallamiento del jitomate en un 21% y 46%, respectivamente.

Vermicomposta. Son las deyecciones (excretas) formadas por materiales complejos coloides amorfos, producto de una serie de transformaciones químicas, bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica a través de la mineralización por microorganismos al pasar por el intestino de las lombrices (Edwards *et al.*, 1985; Martínez, 1996). Labrador (1996), menciona que la transformación del material orgánico se produce al pasar por el tubo digestivo y al mezclarse con compuestos minerales, microorganismos y fermentos que provocan una transformación bioquímica inicial de la materia orgánica; favoreciendo posteriormente una más rápida mineralización y humificación, debido a la activación del metabolismo microbiano y vegetal por su contenido en fitohormonas.

Desde un punto de vista agrícola se reconoce su importancia por la aportación de nutrimentos en forma de abono orgánico; la cual ha sido experimentada con éxito en diferentes cultivos hortícolas como jitomate, tomate, apio, cebolla, papa, lechuga, coliflor, brócoli y calabaza; en ornamentales como geranio, rosa, nochebuena, azucena, gerbera y crisantemo (Martínez y Gómez, 1995; Rodríguez-Navarro, 1999); en el área pecuaria es importante, como fuente alimenticia para peces y aves, y en la elaboración de harina de lombriz como complemento de las dietas del ganado vacuno y porcino; y ecológicamente por el reciclamiento de los desechos orgánicos (Edwards *et al.*, 1985; Martínez, 1996; García, 1996).

Parte de los compuestos nitrogenados (alrededor del 12 % del N) presente en la vermicomposta proviene de las excreciones fecales, orina y mucoproteínas secretadas por el cuerpo de la lombriz y tejidos de lombrices muertas. Se indica que el 97% del N total de la vermicomposta es asimilable por la planta; el fósforo aprovechable es cinco veces superior al del suelo común y en el caso de magnesio y potasio se incrementa su aprovechamiento, existe además un mayor poder de retención de elementos como el Ca, K y Mg, (Edwards *et al.*, 1985; Copagnoni, 1988). También se asocia la presencia de enzimas; además de aportar una gama amplia de reguladores de crecimiento (Martínez, 1996).

Todo incremento de materia orgánica en el suelo o sustrato trae consigo un aumento en las poblaciones de microorganismos, por lo que en sistemas orgánicos donde se aplica composta las poblaciones y la diversidad de

especies de microorganismos se incrementan en relación a los sistemas donde es escasa o nula la incorporación de vermicomposta (Sivapalan *et al.*, 1993). Corlay (1997) y Corlay *et al.*, (1999) reportaron poblaciones de 5×10^7 bacterias totales, 1.5×10^6 actinomicetos y 4.0×10^5 hongos g^{-1} de materia seca en vermicomposta. El hecho de que las poblaciones de microorganismos se incrementen en cantidades elevadas es de gran importancia en la producción agrícola ya que el sustrato al tener mayores poblaciones de microorganismos, su diversidad es tal que con el transcurso del tiempo tiende a lograrse un equilibrio en el suelo (Copagnoni, 1988; Rodríguez-Navarro, 1999). Las bacterias fluorescentes y actinomicetos tienen la capacidad de secretar sustancias que provocan antibiosis y lisis de hongos y bacterias; también los hongos antagonistas evitan la presencia o infección por hongos fitopatógenos mediante la competencia, antibiosis o hiperparasitismo (Alexander, 1980; Faull, 1988).

El uso de la vermicomposta para el manejo de enfermedades de las plantas ha sido relativamente poco experimentada. La aplicación de vermicomposta ha permitido disminuir enfermedades provocadas por hongos fitopatógenos como *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora drechsleri* y *Fusarium oxysporum* en gerbera, donde al incorporar vermicomposta en un 20 % hubo una menor incidencia de plantas enfermas (Rodríguez-Navarro, 1999). En jitomate, *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae* y *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* disminuyeron conforme se incrementó la dosis de vermicomposta, así con vermicomposta al 10% y 20% se obtuvieron 47.5% y 35% de plantas sanas, respectivamente;

mientras que en el testigo sólo el 20% de las plantas estuvieron sanas (Szczecz et al., 1993). También se ha controlado a *Plasmodiophora brassicae* y *Fusarium oxysporum* en col y tomate (Szczecz y Brzeski, 1994); *Sclerotinia esclerotiorum* y *Sclerotium cepivorum* en el suelo (Pereira et al., 1996); *F. oxysporum* f. sp. *tulipae* en bulbos de tulipán y *Phytophthora* en *Cupressus* y geranio (Zavaleta-Mejía, 2003).

En col crecida en suelo infestado de *Heterodera schachtii* hubo un incremento significativo en el peso de plantas (72.5 y 71.1 g) cuando se incorporó 15 y 30% de vermicomposta, respectivamente, en comparación con el testigo (49.1 g); efecto similar se tuvo para *Meloidogyne hapla* en plantas de jitomate, el peso de las plantas fue mayor (11.9 y 17.1 g) con respecto al testigo (9.9 g) (Szczecz et al., 1993). Otros reportes del uso de vermicomposta para el control de nematodos fitoparásitos son los de Zambolim et al. (1996), con *Meloidogyne javanica* en jitomate; Ribeiro et al. (1998), con *M. javanica* en lechuga; y Brzeski (1997), con *Paratrichodorus pachydermus* y *Trichodorus sparsus* en cebada, trigo y maíz.

La aplicación de materia orgánica para el manejo de enfermedades con origen en el suelo no ha sido adoptado por la mayoría de los agricultores posiblemente debido a dos razones: 1) las grandes cantidades de materia orgánica que se han recomendado para aplicaciones en campo, y 2) la inconsistencia en los resultados obtenidos. Resultados positivos se pueden obtener sin necesidad de inundar a las parcelas con mejoradores orgánicos; así la desventaja de

incorporar grandes volúmenes de materia orgánica puede ser resuelta si se toman en consideración dos factores: precisión y tiempo de aplicación. La aplicación debe ser dirigida precisamente a la planta para que el efecto antagonista se ejerza en la zona de la rizósfera y en la etapa en la que ésta presenta mayor susceptibilidad a los fitopatógenos de la raíz; de esa manera se protegerá a la raíz de la plántula y se le proveerá de condiciones óptimas para que desarrolle un sistema radical vigoroso (Zavaleta-Mejía, 2003).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Ensayos en invernadero

Primer Ensayo. Se utilizó suelo naturalmente infestado con *N. aberrans*, colectado del Campo Agrícola Experimental Montecillo del Colegio de Postgraduados. Las características físicas y químicas del suelo se muestran en el Cuadro 1. El suelo colectado se mezcló y dividió en dos partes; para los tratamientos sin nematodo, el suelo se trató con vapor caliente a ~80 °C durante 2 h.

Cuadro 1. Características físicas y químicas del suelo naturalmente infestado con *N. aberrans*.

N mg Kg ⁻¹	P mg Kg ⁻¹	K mg Kg ⁻¹	Ca mg Kg ⁻¹	Mg mg Kg ⁻¹	Fe mg Kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg Kg ⁻¹	Mn mg Kg ⁻¹	B mg Kg ⁻¹
8.9	56.8	2332	8756	1538	1.68	0.38	1.46	1.17	2.38
pH	MO %	CIC Cmol(+)Kg ⁻¹	Dap g/cm ³	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura		
7.66	2.69	29.23	1.07	25.8	28.4	45.8	Arcilla		

Se probaron tres proporciones (0, 10 y 20%) de vermicomposta (V); los tratamientos fueron: 1) Testigo sin vermicomposta y con nematodo (V0CN), 2) Testigo sin vermicomposta y sin nematodo (V0SN), 3) 10% de vermicomposta aplicada de manera localizada y con nematodo (V10LCN), 4) 10% de vermicomposta localizada sin nematodo (V10LSN), 5) 10% de vermicomposta mezclada con el suelo y con nematodo (V10MCN), 6) 10% de vermicomposta mezclada y sin nematodo (V10MSN), 7) 20% de vermicomposta localizada y

con nematodo (V20LCN), 8) 20% de vermicomposta localizada y sin nematodo (V20LSN), 9) 20% de vermicomposta mezclada y con nematodo (V20MCN), y 10) 20% de vermicomposta mezclada y sin nematodo (V20MSN).

La incorporación de la vermicomposta en la modalidad mezclado (VM), se hizo homogeneizando en una bolsa de plástico la cantidad de V, correspondiente según cada tratamiento, con todo el suelo contenido en la maceta; para la aplicación localizada (VL) se colocó una capa de aproximadamente 10 a 15 cm (4 y 3.5 kg) de suelo sobre el que se colocó la cantidad de V correspondiente y a continuación se adicionaron los 500g restantes de suelo.

El experimento fue un factorial 3X2X2 bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA), con 10 tratamientos y siete repeticiones. Del factor Vermicomposta (V) se probaron tres niveles (0, 10 y 20% p/p), para los factores Nematodo (N) y modo de incorporación se tuvieron dos niveles (C, Con y S, Sin; y M, Mezclado y L, Localizado, respectivamente). Cada repetición consistió de una bolsa conteniendo 5 kg de suelo y en cada una se transplantaron tres plantas de jitomate var. Río Grande que presentaban las primeras dos hojas verdaderas. Las semillas se germinaron en vermiculita contenida en charolas.

A los 60 días se registró el índice de agallamiento mediante la escala de Daulton y Nusbaum (1961) (Anexo 1), volumen radical (cm^3), peso seco del follaje y de raíz (g), y la necrosis del sistema radical evaluada con una escala

arbitraria donde: 1 = 0 - 10% de raíces necrozadas, 2 = 11 - 25% de raíces necrozadas, 3= 26 - 50% y 4 = más del 50% de raíces necrozadas.

La vermicomposta utilizada presentó las siguientes características: 1% de N total, 1.24% de P total, 1.50% de K total (K₂O), 1.35% de Ca, 0.90% de Mg, 22.55 mg L⁻¹ de B, 27 mg L⁻¹ de Cu, 37 mg L⁻¹ de Fe, 24.45 mg L⁻¹ de Mn, 43.35 mg L⁻¹ de Zn, 55% de Materia Orgánica, pH 7.2 y 1.34 ds/m de conductividad eléctrica. La vermicomposta se obtuvo de la empresa Hum Ecol S. A. de C. V., ubicada en Texcoco, Estado de México.

Segundo ensayo. Al igual que el en primer ensayo se utilizó suelo naturalmente infestado con *N. aberrans*, éste suelo colectado se mezcló y dividió en dos partes, para los tratamientos sin nematodo, el suelo se trató con vapor caliente a ~80 °C durante 2 h. En este ensayo se evaluó el efecto de la vermicomposta y el estiércol, su incorporación se hizo homogeneizando en una bolsa de plástico la cantidad correspondiente a cada tratamiento con todo el suelo contenido en la maceta.

Los tratamientos evaluados fueron: 1) Testigo sin vermicomposta, sin estiércol y sin nematodo (TSN); 2) Testigo sin vermicomposta, sin estiércol y con nematodo (TCN); 3) Con nematicida (Ncda) y nematodo; 4) 100g de vermicomposta y con nematodo (V100CN); 5) 100g de vermicomposta y sin nematodo (V100SN); 6) 300g de vermicomposta y con nematodo (V300CN); 7) 300g de vermicomposta y sin nematodo (V300SN); 8) 500g de vermicomposta y

con nematodo (V500CN); 9) 500g de vermicomposta y sin nematodo (V500SN); 10) 100g de estiércol y con nematodo (E100CN); 11) 100g de estiércol y sin nematodo (E100SN); 12) 300g de estiércol y con nematodo (E300CN); 13) 300g de estiércol y sin nematodo (E300SN); 14) 500g de estiércol y con nematodo (E500CN) y 15) 500g de estiércol y sin nematodo (E500SN).

El experimento se estableció en un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 15 tratamientos y siete repeticiones por tratamiento. Los factores evaluados fueron: Vermicomposta (V) con tres niveles (100, 300 y 500g), Estiércol (E) con tres niveles (100, 300 y 500g), y Nematodo (N) con dos niveles (C, Con y S, Sin). Cada repetición consistió de una maceta de 5 kg de suelo con dos plántulas de jitomate en etapa de dos hojas verdaderas.

Al finalizar el ciclo del cultivo se registró el índice de agallamiento mediante la escala de Daulton y Nusbaum (1961), volumen radical (cm^3), peso seco del follaje y de raíz (g), y necrosis radical utilizando la escala ya mencionada.

El estiércol incorporado presentó las siguientes características químicas: 1.38% de N total, 0.94% de P total, 1.16% de K total, 1.73% de Ca, 0.70% de Mg, 2405.10 mg Kg^{-1} de Fe, 16.45 mg kg^{-1} de Zn, 84.40 mg kg^{-1} de Mn y un pH de 8.42. El estiércol se obtuvo de la Granja Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo.

Ensayo de campo

En un lote naturalmente infestado con *N. aberrans* se estableció un experimento en un Diseño Completamente al Azar (DCA), debido a que la distribución del nematodo en el terreno es bastante errática. Se probaron cinco tratamientos con seis repeticiones: 1) Nematicida (Ncda) Nematicur a una dosis de $5 \text{ L} \cdot \text{ha}^{-1}$, 2) Vermicomposta $2.5 \text{ T} \cdot \text{ha}^{-1}$, 3) Vermicomposta $7.5 \text{ T} \cdot \text{ha}^{-1}$, 4) Vermicomposta $12.5 \text{ T} \cdot \text{ha}^{-1}$ y 5) Testigo sin vermicomposta y sin nematicida. La vermicomposta se incorporó a lo largo del surco en cantidades de: 1kg, 3kg y 5kg en 3 m lineales dependiendo del tratamiento, inmediatamente después de incorporada la vermicomposta se realizó el transplante de las plántulas de jitomate var. Río Grande. El nematicida se aplicó después del transplante con mochila aspersora. Cada unidad experimental consistió de una parcela de 3 m de ancho por 3 m de largo (9m^2). El distanciamiento entre plantas fue de 30 cm y de 80 cm entre surcos. A los 55 días después del transplante (en seis plantas de cada repetición) y a los 85 (en resto de las plantas) se evaluó el índice de agallamiento mediante la escala de Daulton y Nusbaum (1961), volumen radical (cm^3), peso seco de raíz (g) y follaje (g), y la necrosis del sistema radical utilizando la escala antes indicada.

Ensayos en laboratorio

En laboratorio se evaluó el efecto del extracto de la vermicomposta en la movilidad de los J2 de *N. aberrans*. El extracto se preparó colocando 250 g de vermicomposta en 500 mL de agua destilada estéril, se dejó reposar por 24 h y se filtró a través de papel filtro. A una parte del filtrado sin esterilizar se le

agregó el antibiótico Cloranfenicol y el fungicida Captán para tener una concentración final de 0.1% de ambos compuestos, y otra se esterilizó a 121°C con 15 lb de presión durante 15 min. También a una parte del filtrado estéril se le agregó el antibiótico y el fungicida a la misma concentración.

En el primer ensayo se probaron cuatro tratamientos: 1) Testigo (Agua+Antibiótico+Captan), 2) Filtrado+Antibiótico+Captan (FAC), 3) Filtrado Esterilizado+Antibiótico+Captan (FEAC) y 4) Filtrado sin Antibiótico y sin Captan (F); para cada tratamiento se prepararon cinco cajas Petri pequeñas, en cada repetición se colocaron 5 mL de la solución correspondiente, dependiendo del tratamiento y a continuación se colocaron 100 J2 en cada caja. A las 24, 48, 72, y 96 horas de exposición de los J2 a los diferentes tratamientos, se registró el número de juveniles activos e inactivos observando con un microscopio estereoscópico, y se calculó el porcentaje de inmovilización para cada repetición.

En un segundo ensayo se probaron nueve tratamientos con cinco repeticiones: Testigo (Agua+Antibiótico+Captan), F (Filtrado sin Antibiótico y sin Captan), FA (Filtrado+Antibiótico), FC (Filtrado+Captan), FAC (Filtrado+Antibiótico+Captan), FE (Filtrado Estéril sin Antibiótico y sin Captan), FEA (Filtrado Estéril+Antibiótico), FEC (Filtrado Estéril+Captan) y FEAC (Filtrado Estéril+Antibiótico+Captan); en cada una de las repeticiones (caja Petri de 30 mm de diámetro) se puso el contenido de 2 mL de la solución correspondiente a cada tratamiento y a continuación se colocaron 30 J2 en cada repetición. El

experimento se estableció en un DCA con cinco repeticiones. Al igual que en el primer ensayo se hicieron evaluaciones a las 24, 48, 72, y 96 h de exposición de los J2 a los diferentes tratamientos.

En este segundo ensayo, al realizar la última evaluación (96 h) se tomaron 10 juveniles inmóviles de cada repetición y se pusieron en una caja Petri de 30 mm conteniendo agua destilada estéril para determinar si los juveniles recobraban (efecto nemastático) o no (efecto nematicida) su movilidad. A las 24 y 48 horas de exposición de los J2 en el agua destilada estéril, se registró el número de juveniles activos e inactivos observando con un microscopio estereoscópico.

Análisis estadístico de datos

Con los datos obtenidos en cada uno de los experimentos, se hizo un análisis exploratorio para determinar si se cumplía con los supuestos que exige la estadística paramétrica. Así, se determinó una prueba de bondad de ajuste con los datos originales para conocer su distribución y determinar si había o no necesidad de transformarlos. Para las variables índice de agallamiento y necrosis radical se usó estadística no paramétrica mediante la prueba de Kruskal Wallis usando los valores de los scores de Wilcoxon y de Vander Waerden (Hollander and Wolfe, 1973), también se hicieron las transformaciones de arco seno, raíz cuadrada y logaritmo; sin embargo los resultados con ambos análisis en general fueron muy similares, por lo que se decidió presentarlos con base en los análisis de estadística paramétrica, ya que de esta forma se simplifica la interpretación y además se facilita el empleo de las técnicas de

comparaciones múltiples de medias. La comparación de medias entre tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey para los ensayos de campo y laboratorio. Para los ensayos en invernadero se utilizaron contrastes para hacer comparaciones entre los efectos de los tratamientos. Se utilizó también regresión lineal simple para el ensayo en campo con la finalidad de determinar la relación entre el peso seco de raíz, peso seco de follaje, índice de agallamiento, volumen radical y necrosis radical. Los análisis se realizaron utilizando el paquete computacional SAS (Statistical Analysis System, 2000).

4. RESULTADOS

Ensayos en invernadero

A los 65 días después de haber establecido el experimento se encontró que la incorporación de vermicomposta (independientemente de la forma de aplicación localizada o mezclada) redujo significativamente el grado de agallamiento radical inducido por *N. aberrans*; así mismo, la incorporación de vermicomposta generalmente incrementó significativamente el PFF en presencia o ausencia del nematodo (Cuadro 2).

La modalidad de incorporación tuvo el mismo efecto sobre el IA, PFF y PSR; sin embargo, la aplicación en forma mezclada redujo e incrementó de manera significativa la necrosis radical y el volumen radical, respectivamente. La dosis alta de vermicomposta 20% (V20) incrementó significativamente la necrosis radical.

Cuadro 2. Contrastes simples de grupos de tratamientos aplicados para manejar a *Nacobbus aberrans* y mejorar el desarrollo del jitomate. Primer ensayo.

COMPARACIÓN	IA ^a	VR ^a	NR ^a	PFF ^a	PSR ^a
V10 VS V20	24.3 - 25.7NS	34 - 31.8NS	1.4 - 1.8*	42 - 39.9NS	2.6 - 2.2NS
VL VS VM	23.9 - 26.1NS	28.4 - 37.6*	1.9 - 1.2**	40.3 - 41.6NS	2 - 2.7NS
VCN VS VSN	25 - 0**	30.5 - 35.6NS	1.5 - 1.7NS	36.5 - 45.5**	1.6 - 3.1**
CN VS VCN	29 - 25NS	24.3 - 30.4NS	1.7 - 1.5NS	23.4 - 36.5**	1.2 - 1.6NS
CN VS VSN	29 - 0**	24.3 - 35.6NS	1.7 - 1.7NS	23.4 - 45.5**	1.2 - 3.1**
SN VS VCN	0 - 25**	27.1 - 30.4NS	1.3 - 1.5NS	36 - 36.5NS	2.4 - 1.6NS
SN VS VSN	0 - 0	27.1 - 35.6NS	1.3 - 1.7*	36 - 45.5**	2.4 - 3.1NS
CN VS VL	29 - 23.9**	24.3 - 28.4NS	1.7 - 1.9NS	23.4 - 40.3**	1.2 - 2NS
CN VS VM	29 - 26.1**	24.3 - 37.6NS	1.7 - 1.2*	23.4 - 41.6**	1.2 - 2.7NS

^a Cada cifra representa el promedio de los tratamientos comparados. V10= Vermicomposta al 10%. V20= Vermicomposta al 20%. VL= Vermicomposta localizada. VM= Vermicomposta mezclada. VCN= Con V y con nematodo. VSN= Con V y sin nematodo. CN= Con nematodo y sin V. SN= Sin nematodo y sin V. IA= Índice de agallamiento (Daulton y Nusbaum, 1961). VR= Volumen radical. NR= Necrosis radical. PSR= Peso seco de raíz. PFF= Peso fresco de follaje. **Altamente significativo ($\alpha=0.01$), *Significativo ($\alpha=0.05$), NS= No significativo.

En un segundo experimento la incorporación de mejoradores orgánicos (estiércol o vermicomposta) redujo significativamente el agallamiento y necrosis radical e incrementó significativamente el VR, el PSR y el PSF, como lo indican los resultados de la comparación del tratamiento CN (sólo con nematodo y sin materia orgánica) contra todos los tratamientos que involucraron la incorporación de estiércol o vermicomposta (Cuadro 3).

El índice de agallamiento se redujo significativamente al incorporar estiércol (40%) y vermicomposta (27%) con respecto al tratamiento CN (Cuadro 3); pero la reducción en agallamiento fue estadísticamente igual con la incorporación de estiércol o vermicomposta (comparación estiércol vs vermicomposta) y la mayor reducción en agallamiento inducida por el estiércol, no se reflejó en un incremento significativo en el desarrollo de la planta pues los valores de VR, PSR y PSF fueron estadísticamente iguales en las plantas tratadas con estiércol o con vermicomposta.

La incorporación tanto de estiércol como de vermicomposta incrementó significativamente el VR, PSR y PSF tanto en presencia como en ausencia del nematodo, en comparación con los tratamientos sin incorporación de materia orgánica con (CN) y sin nematodo (TSN= testigo sin nematodo).

En presencia del nematodo la incorporación de ambos mejoradores orgánicos redujo significativamente el índice de agallamiento (IA) y la necrosis radical (NR). Sin embargo, en ausencia del nematodo la incorporación al suelo de

materia orgánica se asoció con un incremento en la NR en comparación con el tratamiento sin mejorador orgánico y sin nematodo (TSN); no obstante, el VR y el PSF de las plantas crecidas en vermicomposta o estiércol fue significativamente mayor.

Cuadro 3. Contrastes simples de grupos de tratamientos aplicados para manejar a *Nacobbus aberrans* y mejorar el desarrollo del jitomate. Segundo ensayo.

COMPARACIÓN		IA ^a	VR ^a	NR ^a	PSF ^a	PSR ^a
CN VS TODOS ^b		75 - 52**	9 - 140**	2.8 - 1.5**	17.3 - 38.7**	2.6 - 22.8**
E VS V		45 - 55NS	145.6 - 169.1**	1.6 - 1.6NS	48.2 - 39.3NS	21.3 - 28.6**
ECN VS VCN		45 - 55**	132.8 - 118.1NS	2.1 - 2NS	33.8 - 28.4NS	18.2 - 15.1NS
ESN VS VSN		0 - 0	158.3 - 220**	1 - 1.2NS	51.7 - 50.1NS	24.3 - 42.1**
VSN VS TSN		0 - 0	158.3 - 60**	1 - 0.4*	51.7 - 34**	24.3 - 16.1NS
ECN VS TSN		0 - 0	220 - 60**	1.2 - 0.4**	50.1 - 34**	42.1 - 16.1**
VCN VS TSN		45 - 0**	132.8 - 60**	2.1 - 0.4**	33.8 - 34NS	18.2 - 16.1NS
ESN VS CN		55 - 0**	118.1 - 60**	2 - 0.4**	28.1 - 34NS	15.1 - 16.1NS
VSN VS CN		0 - 75**	158.3 - 9**	1 - 2.8**	51.7 - 17.3**	24.3 - 2.6**
ECN VS CN		0 - 75**	220 - 9**	1.2 - 2.8**	50.1 - 17.3**	42.1 - 2.6**
VCN VS CN		45 - 75**	132.8 - 9**	2.1 - 2.8**	33.8 - 17.3**	18.2 - 2.6**
		55 - 75**	118.1 - 9**	2 - 2.8**	28.4 - 17.3**	15.1 - 2.6**

^a Cada cifra representa el promedio de los tratamientos comparados. ^b Todos los tratamientos excepto CN. CN= Sólo con nematodo. E= Estiércol. V= Vermicomposta. ECN= Con estiércol y con nematodo. VCN= Con vermicomposta y con nematodo. ESN= Con estiércol y sin nematodo. VSN= Con vermicomposta y sin nematodo. TSN= Testigo sin nematodo. IA= Índice de agallamiento (Escala de Daulton and Nusbaum, 1961). VR= Volumen radical. NR= Necrosis radical. PSR= Peso seco de raíz. PSF= Peso seco de follaje. **Altamente significativo al $\alpha=0.01$. *Significativo al $\alpha=0.05$. NS= No significativo.

Ensayo en campo

A los 55 días después del transplante, las plantas crecidas en suelo con vermicomposta aún cuando no presentaron en general una reducción en el agallamiento radical (IA), si tuvieron mayor volumen radical (VR), menor grado de pudrición de raíces (NR), y mayor peso seco de raíz (PSR) y follaje (PSF) (Cuadro 4). Cuando se incorporaron $12.5 \text{ T}\cdot\text{ha}^{-1}$ (500g por planta) de vermicomposta, se obtuvo significativamente mayor VR, menor NR y por consiguiente mayor PSF con respecto a los tratamientos donde se incorporaron $7.5 \text{ T}\cdot\text{ha}^{-1}$ (300g por planta) y $2.5 \text{ T}\cdot\text{ha}^{-1}$ (100g por planta) de vermicomposta y el testigo.

En la segunda evaluación, realizada a los 85 días después del transplante, generalmente las plantas crecidas en suelo mejorado con vermicomposta presentaron una reducción en el agallamiento (IA) y necrosis radical (NR), y mejor desarrollo vegetativo (mayor: VR, PSR y PSF), aunque las diferencias fueron significativas solamente en las variables IA, NR, y PSF. El IA disminuyó significativamente, en comparación con el testigo, en 28 y 29% al incorporar $7.5 \text{ T}\cdot\text{ha}^{-1}$ y $12.5 \text{ T}\cdot\text{ha}^{-1}$ de vermicomposta, respectivamente; de manera similar se tuvo significativamente menor NR y mayor PSF con respecto a la incorporación de $2.5 \text{ T}\cdot\text{ha}^{-1}$.

A los 55 días después del transplante se encontró una correlación directa significativa entre el VR y el peso seco de raíz y de follaje, y entre PSR y PSF (Cuadro 5). A los 85 días posteriores al transplante solamente las correlaciones entre VR y PSF y entre NR y PSF fueron significativas (Cuadro 5).

Cuadro 4. Efecto de la vermicomposta a los 55 y 85 días (d) después del transplante bajo condiciones de campo en plantas de jitomate Var. Río Grande.

TRAT	VR		IA		NR		PSR		PSF	
	55 d	85 d	55 d	85 d	55 d	85 d	55 d	85 d	55 d	85 d
T	12.6 ab	15.6 a	51.1 a	89.4 a	1.9 a	3.2 a	1.8 a	2.7 a	7.8 c	19.1 b
Ncda	11.1 b	18.03 a	44.4 a	88.2 a	1.5 ab	3.1 a	1.5 a	3.2 a	7.9 c	17.9 b
V100	15.3 ab	18.7 a	50 a	80.7 ab	1.5 ab	2.7 ab	1.9 a	2.6 a	11.5 bc	22.4 ab
V300	17.9 ab	28.03 a	34.2 a	64.7 b	1.5 ab	2.0 b	2.2 a	3.8 a	19.0 a	36.6 a
V500	20.2 a	29.03 a	40.6 a	63.9 b	1.0 b	2.1 ab	2.1 a	4.2 a	15.2 a	35.3 a
CV	29.826	37.928	36.223	17.877	29.575	26.118	28.619	51.038	34.406	35.131

PSF= Peso Seco de Follaje. PSR= Peso Seco Raíz. VR= Volumen Radical. IA= Índice de Agallamiento. NR= Necrosis Radical. T= Testigo. Ncda= Nematicida. V100= Vermicomposta 100g. V300= Vermicomposta 300g. V500= Vermicomposta 500g. CV= Coeficiente de Variación. Tratamientos con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

Cuadro 5. Análisis de regresión entre las variables volumen radical (VR), peso seco de raíz (PSR), necrosis radical (NR) y peso seco del follaje (PSF) evaluadas a los 55 y 85 días posteriores al transplante (dpt).

Relación	Ecuación	R ²	Pr>F
55 dpt			
PSF-VR	$PSF = -0.36802 + 0.81697(X)$	0.5777	0.0001
PSR-VR	$PSR = 0.54271 + 0.08685(X)$	0.7060	0.0001
PSF-PSR	$PSF = -3.09548 + 8.1450(X)$	0.6134	0.0001
85 dpt			
PSF-VR	$PSF = 3.24629 + 1.02464(X)$	0.6618	0.0001
PSF-NR	$PSF = 54.12107 - 10.69695(X)$	0.5383	0.0001

Efecto del extracto de la vermicomposta en la movilidad de los juveniles (J2) de *Nacobbus aberrans*

En el primer ensayo de laboratorio a las 24 h se observó una mayor inmovilidad cuando al filtrado se le adicionó cloranfenicol al 0.1% y captán. Mientras que a las 48 h solo hubo diferencias en el tratamiento FEAC respecto a los demás tratamientos (Cuadro 6). A las 96 h no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

Cuadro 6. Efecto del extracto de vermicomposta en la movilidad de J2 de *Nacobbus aberrans*.

TRAT	No. de J2 inactivos				
	24 h	48 h	72 h	96 h	Promedio
Testigo	10 c	30 b	40 b	60 a	35 b
F	17 b	31 b	54 a	59 a	40 b
FAC	39 a	37 ab	54 a	63 a	48 a
FEAC	37 a	49 a	50 ab	59 a	49 a
CV	11.401	17.758	12.710	14.037	11.850

Testigo= Agua+Antibiótico+Captan. F= Filtrado. FAC= Filtrado+Antibiótico+Captan. FEAC= Filtrado Estéril+Antibiótico+Captan. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

De manera general se encontró una inmovilización de juveniles significativamente mayor en los tratamientos con filtrado de vermicomposta conteniendo antibiótico y captán, y el de filtrado estéril adicionado con cloranfenicol y captán en comparación con el testigo y el filtrado solo (Cuadro 6).

En el segundo ensayo en general los resultados fueron similares al primero, siendo los tratamientos que involucraron al filtrado estéril con o sin el antibiótico y/o el fungicida los que tuvieron un efecto significativo mayor en la inmovilización de los juveniles de *N. aberrans* (Cuadro 7). El filtrado no

esterilizado solo (F) o combinado con el fungicida (FC) fueron similares al testigo.

Cuadro 7. Efecto del extracto de la vermicomposta en la movilidad de los J2 de *Nacobbus aberrans*.

TRAT	No. de J2 inactivos								
	24 h		48 h	72 h		96 h		Promedio	
Testigo	3	c	3.6 c	5.8	c	13	cd	6.4	e
F	4	c	6.4 bc	9.4	bc	11.8	cd	7.9	de
FA	5	bc	6.8 bc	10.8	bc	14.4	cd	9.3	cd
FC	3.4	c	5.8 bc	7.4	c	8.8	d	6.3	e
FAC	5.6	abc	7.2 bc	10.2b	c	11.6	cd	8.7	de
FE	9.2	a	10.2 bc	14.2	b	20.4	ab	13.5	b
FEA	6.8	abc	14.4 a	22.2	a	22.4	a	16.5	a
FEC	8.4	ab	9.6 ab	13.4	b	17.4	abc	12.2	b
FEAC	5.2	abc	9.6 ab	13.2	b	17	abc	11.3	bc
CV	35.819		30.006	22.087		19.724		25.319	

Testigo= Agua+Antibiótico+Captan. F= Filtrado. FA= Filtrado+Antibiótico. FC= Filtrado+Captan. FAC= Filtrado+Antibiótico+Captan. FE= Filtrado Estéril. FEA= Filtrado Estéril+Antibiótico. FEC= Filtrado Estéril+Captan. FEAC= Filtrado Estéril+Antibiótico+Captan. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

Los juveniles inactivos expuestos a los extractos de vermicomposta recuperaron la movilidad una vez que fueron transferidos a agua (Cuadro 8), lo cual indica que el efecto es nemastatico y no nematicida.

Cuadro 8. Recuperación de la movilidad de los J2 de *Nacobbus aberrans* después de ser expuestos a los extractos de vermicomposta y transferidos a agua.

TRAT	No. de J2 activos					
	24 h		48 h		Promedio	
Testigo	3	b	4	d	3.5	d
F	3.4	ab	5.8	abc	4.6	bc
FA	5	a	4.8	bc	4.9	bc
FC	5.4	a	8.4	a	6.9	a
FAC	4.8	a	6.6	ab	5.7	abc
FE	5	a	7	ab	6	ab
FEA	5.8	a	5	bc	5.4	abc
FEC	4.2	a	5.2	bc	4.7	bc
FEAC	4.2	a	3.8	cd	4	c
CV	27.227		28.015		27.866	

Testigo= Agua+Antibiótico+Captan. F= Filtrado. FA= Filtrado+Antibiótico. FC= Filtrado+Captan. FAC= Filtrado+Antibiótico+Captan. FE= Filtrado Estéril. FEA= Filtrado Estéril+Antibiótico. FEC= Filtrado Estéril+Captan. FEAC= Filtrado Estéril+Antibiótico+Captan. Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey, $\alpha=0.05$).

5. DISCUSIÓN

La incorporación de vermicomposta redujo significativamente el índice de agallamiento causado por el nematodo *Nacobbus aberrans* en plantas de jitomate, tanto en condiciones de invernadero como en campo. Primavesi (1984), menciona que la incorporación de vermicomposta provee al suelo una importante carga microbiana con la cual se diversifican los microorganismos que lo habitan, lo que a su vez favorece la presencia de organismos antagonistas que interfieren con el establecimiento de organismos patogénicos al producir sustancias fungistáticas o fungicidas como fenoles y antibióticos.

El efecto benéfico de la vermicomposta en el cultivo se tradujo en un mejor desarrollo de raíz y del dosel aún con la presencia del nematodo, aunque cuando se incorporó una dosis de 20% en forma localizada causó mayor necrosis de raíz, debido a que el exceso de materia orgánica pudo haber favorecido la acumulación excesiva de agua resultando en un inadecuado intercambio gaseoso por la saturación del espacio poroso y una insuficiente absorción de nutrientes (Rodríguez et al, 1992); el exceso de humedad además de favorecer el ataque de la raíz por ciertos hongos fitopatógenos, también puede provocar muerte celular por falta de oxígeno. En campo se observó un comportamiento similar que en invernadero, la adición de la vermicomposta favoreció el crecimiento de las plantas y redujo el ataque por el

nematodo (28 y 29% de reducción del índice de agallamiento, respecto al testigo) al incorporar 7.5 y 12.5 T·ha⁻¹.

La vermicomposta en general favoreció un mejor desarrollo de la planta aún en presencia del nematodo, así se encontró un incremento significativo en el peso del follaje con respecto al testigo con nematodo; de manera similar, Szczech *et al.*, 1993 reporta que plantas de jitomate crecidas en vermicomposta presentaron mayor peso de follaje en comparación con el testigo, a pesar de que las raíces fueron severamente agalladas.

La incorporación de estiércol como enmienda también disminuyó en 40% el índice de agallamiento; resultados similares fueron reportados por Salgado *et al.*, (1988) en plantas de chile, donde con la incorporación de estiércol redujo en 40% el grado de agallamiento. Jacobo (1989), menciona que el principal efecto del estiércol es proveer y mantener una población abundante y compleja de microorganismos antagonistas. Durante la descomposición del estiércol se libera amoníaco y se modifica el pH (Rosas, 1985), se incrementan las poblaciones de microorganismos y la competencia entre ellos, favoreciendo a la flora saprófita del suelo fomentando así el control biológico (Pereyda y Abrego, 1994).

Bello *et al.*, (2003), mencionan que cuando se añade materia orgánica, se produce una secuencia de cambios microbiológicos, con una proliferación de microorganismos que depende de la composición química del material

incorporado. Los descomponedores iniciales favorecen la proliferación de hongos nematófagos y nematodos de vida libre, lo cual incrementa el número de nematodos depredadores y microartrópodos, nematodos omnívoros, hongos, protozoos, algas y otros organismos del suelo. El incremento de la actividad microbiana produce también un aumento en los niveles de enzimas o toxinas capaces de dañar a los patógenos en el suelo (Pérez, 2003).

La inmovilización de los juveniles expuestos a los extractos de vermicomposta podría explicarse por la presencia de sustancias volátiles, ácidos grasos o algunas enzimas que pueden producir acción nematocida directa o afectar la movilidad de los juveniles (Bello *et al.*, 2003); sin embargo, los juveniles recuperaron su movilidad una vez que fueron transferidos a agua destilada estéril mostrando que el efecto de la vermicomposta fue nemastático.

6. CONCLUSIONES

La incorporación de vermicomposta y estiércol, redujo significativamente el agallamiento radical inducido por *Nacobbus aberrans* en jitomate en 27 y 40% respectivamente, en comparación con el testigo.

Ambas enmiendas incrementaron significativamente el volumen radical, peso seco de raíz y peso seco de follaje, y la necrosis radical fue significativamente reducida con respecto al testigo.

En campo la aplicación de 12.5 T·ha⁻¹ (500 g por planta) y 7.5 T·ha⁻¹ (300 g por planta) de vermicomposta redujo significativamente el índice de agallamiento en 29 y 28 % y la necrosis radical (18 %), mientras que el peso seco de follaje (36 g) aumentó significativamente con respecto al testigo (19 g).

En laboratorio el efecto del extracto de vermicomposta inmovilizó alrededor del 50 % de los J2 expuestos, solo cuando se esterilizó o se adicionó antibiótico y funguicida. El efecto del extracto de la vermicomposta solo fue nemastático.

7. LITERATURA CITADA

- Abawi, G. S. y H. D. Thurston. 1994. Efecto de las coberturas y enmiendas orgánicas al suelo y de los cultivos de cobertura sobre los patógenos del suelo y las enfermedades radicales. Una revisión. *In*: Tapados. Los sistemas de siembra con cobertura. CATIE-CIIFAD. Ithaca, New York. pp: 97-108.
- Aguirre, L. G., Zavaleta-Mejía, E., y Zamudio, G. V. 1989. Efecto de la incorporación al suelo de residuos de cultivos sobre la infección de *Meloidogyne incognita* en tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), y chile (*Capsicum annum* L.). Memorias del XVI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Montecillo, Estado de México. p. 120.
- Alexander, M. 1980. Introducción a la microbiología de suelo. Trad. Peña, C. J. J. AGT Editor, S. A., México, D. F. 491p.
- Al-Rehiayani, S., y Hafez, S. 1998. Host status and green manure effect of selected crops on *Meloidogyne chitwoodi* race 2 and *Pratylenchus neglectus*. *Nematropica* 28:213-320.
- Bello A., J. A. López-Pérez, R. Sanz, M. Escuder, J. Herrero. 2000. Biofumigation and organic amendments. Regional Workshop on Methyl Bromide Alternatives for North Africa and Southern European Countries, United Nations Environment Programme (UNEP), Francia, 113-141.

- Bello, A., López-Pérez, J. A. y García-Álvarez, 2003. Biofumigación en agricultura extensiva de regadío. Mundi-Prensa. 670 p.
- Brzeski, M. W. 1997. Vermicompost extract applicable for studies of nematode parasitism on plants. *Fundam. appl. Nematol.* 20:95-98.
- Canullo, G. H., R. Rodríguez-Kábana, J. W. Kloepper. 1992. Changes in populations of microorganisms associated with the application of soil amendments to control *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Plant and Soil* 144:59-66.
- Casassa-Padrón, A. M., Marín-Larreal, M., Pérez-Pérez, E., González-Palmar, C., Chirinos-Torres, D., González, C. y Sandoval, Luis. 2004. Variación de características fenológicas en árboles de guayabo (*Psidium guajava* L.) infestados con *Meloidogyne incognita* y tratados con materia orgánica en el estado de Zulia, Venezuela. XXXVI Annual Meeting ONTA, 4 - 8 octubre, Jalisco, México. p. 53.
- Castillo, F. D. 1985. Evaluación de los daños ocasionados por *Nacobbus aberrans* en jitomate en Ixmiquilpan, Hgo. y sus perspectivas de control, EN: Resúmenes de ponencias y carteles. XII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología y XXV Annual Meeting Am. Phytopat. Soc. Caribbean División. Guanajuato, Gto. (Resumen).
- Castro, A. A. E., Zavaleta-Mejía, E., Zamudio, G. V., y Cid del prado, V. I. 1990. Rotación e incorporación de *Tagetes erecta* L. para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood en el cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en Tecamachalco, Puebla. *Revista Mexicana de Fitopatología* 8:173-180.

- Chavarría-Carvajal, J. A. and Rodríguez-Kábana, R. 1998. Changes in soil enzymatic activity and control of *Meloidogyne incognita* using four organic amendments. *Nematropica* 28:7-18.
- Cid del Prado, V. I. 1985. Ciclo de vida de *Nacobbus aberrans* (Thorne Allen, 1944). En: Fitopatología Avanzada I. Marbán, M. N. e I. J. Thomason (Eds.) Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 57-65.
- Cid del prado, V. I., y García, T. J. 1991. Determinación de razas de *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne y Allen, 1944 presentes en México. *In: Avances de investigación*. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. p. 131.
- Cid del Prado, V. I., Evans, K., Manzanilla, L. R. H., Cristóbal, A. J., y Franco, A.G.E. 1996. Estrategias para el manejo de *Nacobbus aberrans* asociado al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Mexicana de Fitopatología* (resumen). Congreso Nacional de Fitopatología. Guadalajara, Jalisco. 14:175.
- Copagnoni, C. 1988. Cría moderna de las lombrices: El abono más económico rentable y eficaz. Editorial de Vecchi, Barcelona, España. 127p.
- Corlay, C. L. 1997. Cinética microbiana del proceso de producción de vermicomposta, Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 75p.
- Corlay, C. L., Ferrera, C. R., Etchevers, B. J. D., Echegaray, A. A., y Santizo, R. J. A. 1999. Cinética de grupos microbianos en el proceso de producción de composta y vermicomposta. *Agrociencia*. 33:375-380.

- Cristóbal, A. J. 2001. Estudios epidemiológicos, alteraciones nutrimentales y estadios de sobrevivencia en el patosistema *Lycopersicon esculentum-Nacobbus aberrans*. Tesis Doctorado. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 90 p.
- Cristóbal A. J., V. I. Cid del Prado, N. Marbán-Mendoza, G. P. Sánchez, G. Mora-Aguilera, y L. R. H. Manzanilla. 2001. Sobrevivencia de estadios biológicos de *Nacobbus aberrans* en condiciones de campo. *Nematropica* 31:227-233.
- Cruz, C. M. A., Zerón, B. F. y de la Jara, A. F. 1987. Dispersión del nematodo fitoparásito *Nacobbus aberrans* en una región agrícola entre Actopan y Progreso, Estado de Hidalgo. Memorias XIV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Morelia, Michoacán. p. 83.
- Daulton, R. A. and C. J. Nusbaum, 1961, The effect of soil temperature on survival of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* and *M. hapla*. *Nematologica* 6:230-294.
- Doucet E. M. y Di Riezo J. A. 1991. El género *Nacobbus aberrans* Thorne & Allen, 1944 en Argentina. 3. Caracterización morfológica y morfométrica de poblaciones de *N. aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944. *Nematropica* 21:19-35.
- Edwards, C. A., Buroows, Y., Fletcher, K. E., and Jones, B. A. 1985. The use earthworms for composting farm wastes. pp. 229-242. *In: Composting of Agricultural and Other Wastes*. J. K. R. Gasser, ed. Els. Appl. Sci. Publ. London.

- Equihua, P. E. A., 1977. Control químico de el nematodo *Nacobbus* sp. Thorne y Allen en el cultivo de chile. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 54 p.
- Faull, J. L. 1988. Competitive antagonist of soil-borne pathogens. pp. 125-140. *In: Fungi in biological systems*. M. N. Burge, ed. Manchester University Press, New York.
- Franco, J. R. Montalvo, y R. Montecinos. 1993. Tratamiento químico de tubérculos infectados con *Nacobbus aberrans* para evitar su diseminación. *Nematropica* 23:117.
- Franco-Navarro, F. 2002. Incorporación de residuos de col y *Ricinus communis* L. para el manejo de *Nacobbus aberrans* y su impacto en la nutrición de jitomate. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. 145p.
- Franco-Navarro, F., I. Cid del Prado-Vera, E. Zavaleta-Mejía y P. Sánchez-García. 2002. Aplicación de enmiendas orgánicas para el manejo de *Nacobbus aberrans* en tomate. *Nematropica* 32:113-124.
- García, C. R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrízica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 129 p.
- García-Camargo, J. y Sandoval, T. 1995. Rango de hospedantes silvestres de *Nacobbus aberrans* en Buenavista Coahuila. *Revista Mexicana de Fitopatología* 13:154.
- Gómez, R. O. 1991. Efecto del cempazúchil (*Tagetes erecta* L.) asociado con jitomate *Nacobbus aberrans* e insectos transmisores de virus. Tesis de

Maestría en Ciencias en Protección Vegetal. Departamento de Parasitología Agrícola. UACH, Chapingo, México. 83 p.

Gómez, R. O., Zavaleta-Mejía, E., y Carrillo, C. 1991. Efecto de la asociación de cempazúchil (*Tagetes erecta* L.) con jitomate en el nemátodo *Nacobbus aberrans*. Memorias del XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología, Puebla, Puebla. p. 154.

González A. y Canto-Sáenz, M. 1993. Comparación de cinco enmiendas orgánicas en el control de *Globodera pallida* en microparcels en Perú. *Nematropica* 23:133-139.

Grainge, M. y Ahmed, S. 1988. Handboosk of plants with pest control properties. Jonh Wiley and Sonns. 470 p.

Gray, F. A. Koch, D. W., y Krall, J. M. 1997. Comparative field reaction of sugabeet and several cruciferous crops to *Nacobbus aberrans*. *Nematropica* 27:221-227.

Hackney, R. W., y Dickerson, O. J. 1975. Marigold, castor bean and chrysantemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. *Jounal of nematology* 7:84-90.

Hay, F. S., J. H. Niezen, L. Bateson, S. Wilson. 1998. Invasion of sheep dung by nematophagous fungi and soil nematodes on a hill country pasture in New Zealand. *Soil Biol. Biocheme.* 30:1815-1819.

Hollander, M. and Wolf D.F. 1973. Noparametric statistical methodos, New York: Jonh Wile & Sons.

- Huber, D. M. and D. Watson. 1970. Effect of organic amendment on soil-borne plant pathogens. *Phytopathology* 60:22-26.
- Inserra, R. N., Griffin, G. D. y Anderson, J. L. 1985. The false root-knot nematode *Nacobbus aberrans*. Utah Agricultural Experiment Station Logan. Research Bulletin 510. 14p.
- Jatalá, P. 1985. El nematodo falso nodulador de la raíz *Nacobbus* spp. En: Fitopatología Avanzada I. Marbán, N. M. e I. J. Thomason (Eds.) Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. pp. 47-65.
- Jacobo, C. J. L. 1989. Manejo técnico y aplicación de estiércol vacuno como alternativa para reducir la incidencia de *Phytophthora cinnamomi* en aguacate. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados Montecillos, México. p 31-77.
- Labrador, M. J. 1996. La materia orgánica en los agroecosistemas. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 67-78.
- Lampkin, N. 2001. Agricultura ecológica. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 85-123.
- Lazzeri, L., Tacconi, R., y Palmieri, S. 1993. *In vitro* activity of some glucosinolates and their reaction products toward a population of the nematode *Heterodera schachtii*. *Journal of Agriculture Food and Chemistry* 41:825-829.
- Lear, B. 1958. Application of castor pomace and cropping of castor beans to soil to reduce nematode populations. *Plant Disease Report* 43:459-460.

- Lewis, J. A. and Papavizas G. C. 1970. Evolution of volatile sulfur containing compounds from decomposition of crucifers in soil. *Soil Biology Biochemistry* 2:239-246.
- Lewis, J. A. and Papavizas G. C. 1971. Effect of sulfur containing volatile compounds and vapor from cabbage decomposition on *Aphanomyces eutiches*. *Phytopathology*. 61:208-214.
- Loyola, J. J. 1994. Estudio de algunas malezas con posibles propiedades nematicidas sobre *Nacobbus aberrans* (Thorne) Thorne y Allen, 1944. Tesis de maestría. Departamento de Parasitología Agrícola. Chapingo, México. 127 p.
- Luc, M. 1987. A reappraisal of Tylenchida (Nemata). The family Pratylenchidae Thorne, 1949. *Revue Nematol.* 10:203-218.
- Luc, R., Sikora, A. And Brigde, J. 1990. Plant parasitic nematodes in subtropical agriculture. CAB International, U.K. 416 p.
- Mahendra-Singh, R. Samar, G. L. Sharma. 1998. Effect of various levels of organic carbon on the development of *Pasteuria penetrans* on *Meloidogyne incognita*. *Indian J. Nematology* 28:72-76.
- Main, W. F. y Lyon, 1975. Pictorial key to genera of plant parasitic nematodes. Cornell University Press. 219 p.
- Main, G., Franco, J., y Ortuño, N. 1999. Los cultivos trampa como alternativa para reducir las poblaciones de *Nacobbus aberrans* y *Globodera* spp. en papa. *Fitopatología* 34:35-41.
- Martínez, C. C. 1996. Potencial de la lombricultura: Elementos básicos para su desarrollo. *Lombricultura Técnica Mexicana*, Texcoco, Estado de México. 140 p.

- Martínez, S. D., y Gómez, Z. J. 1995. Uso de lombricompuestos en la producción comercial de crisantemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat). Acta Agronómica. (Colombia) 45:79-84.
- Mendoza, Z. C. 1999. Enfermedades fungosas de las hortalizas. UACH, Chapingo, México. 67p.
- McSorley, R., y Frederick, J. J. 1995. Response of some common cruciferae to root-knot nematodes. Supp. Journal of Nematology 27(4s):550-554
- Mojtahedi, H., Santo, G. S., Hang, A. N., y Wilson, J. H. 1991. Supression of root-knot nematode populations with selected rapeseed cultivars as green manure. Journal of Nematology 23:170-174.
- Montes-Belmont, 1973. Influencia de abonos orgánicos en la ecología e infectividad de *Nacobbus serendipiticus* en tomate. Tesis de Maestría. Escuela Nacional de agricultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo. México. 78p.
- Montes-Belmont, R. 1986. Especies de *Meloidogyne* y *Nacobbus* presentes en Oaxaca, sus niveles de daño y rango de hospederos. Memorias XIII Cobgreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Resumen 56.
- Montes-Belmont, 1996. Productos naturales de origen vegetal para el combate de fitopatógenos. Revista Mexicana de Fitopatología 14:9-14.
- Muller, R. and P. S. Gooch. 1982. Organic amendments in nematode control. An examination of the literature. Nematropica 12:319-326.
- Nuez, F. 1999. El cultivo del tomate. Mundi-Prensa. México. p 468-475.

- Pereira, J.C., Chavez, G.M., Zambolim, L., Matsuoka, K., Acuna, R.S., Vale, F. X., and Do Vale F.X.R. 1996. Integrated control of *Sclerotinia sclerotiorum*. *Fitopatologia de Brasil*. 21:254-260.
- Pereyda, H. J. y Abrego, H. A., 1994. Pudrición radical del frijol (*P. vulgaris* L.) abonado con estiércol. *Memorias XXI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*, Cuernavaca, Morelos. p. 31.
- Pérez, C. N. 2003. Agricultura orgánica: bases para el manejo ecológico de plagas. Centro de estudios para el desarrollo agrario y rural de la universidad agraria de la Habana (CEDAR). Ed. Hivos. La Habana, Cuba. 80 p.
- Pérez, G. M. y Castro, B. R. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Universidad Autónoma Chapingo. Boletín de divulgación #3. Chapingo, México. p 37-44.
- Primavesi, A. 1984. Manejo ecológico del suelo. Ed. Ateno, Argentina. 499 p.
- Ramírez-Villapudua, J., y Munnecke, D. E. 1987. Control de cabbage yellows (*Fusarium oxysporum* f. sp. *subglutinans*) by solar heating of field soils amended with dry cabbage residues. *Plant disease* 71:217-221.
- Rich, J. R., Rahi, G. S., Opperman, C. H., y Davis, E. L. 1989. Influence of the castor bean (*Ricinus communis*) lectin (ricin) on motility of *Meloidogyne incognita*. *Nematropica* 19:99-103.
- Ribeiro, R. C., Mizobutsi, E., Silva, D. G., Pereira, J. C., and Zambolim, L. 1998. Control of *Meloidogyne javanica* on lettuce with organic amendments. *Fitopatologia de Brasil* 23:42-44.

- Ritzinger, C. H. S. P., y McSorley, R. 1998. Effect of castor and velvet bean organic amendments on *Meloidogyne arenaria* in greenhouse experiments. Supplement of Journal of Nematology 30:624-631.
- Rodríguez, P. F., Velásquez, G., Chamorro, C., y Martínez, N. 1992. Adaptación tecnológica de la lombricultura en la zona cafetalera de Albán Cundimarca. Acta Biol. Colombiana 7:91-109.
- Rodríguez-kábana, R. 1991. Control Biológico de nematodos parásitos de plantas. Nematropica 21:111-122.
- Rodríguez-Navarro, J. A. 1999. Efecto de la vermicomposta en la nutrición, rendimiento y pudrición radical y de la corona en el cultivo de gerbera (*Gerbera jamesonii* H. Bolus). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 65 p.
- Romero-Lima, M. R. 1997. Abonos orgánicos y químicos en producción, sanidad y absorción nutrimental de papa y efecto en el suelo. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. Montecillo, México. 135 p.
- Rosas, R. M. 1985. Influencia de estiércol, alfalfa, metalaxil y sus combinaciones en la dinámica poblacional del hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands. Agente causal de la tristeza del aguacate (*Persea americana* Mill). Tesis de maestría. Colegio Postgraduados. Montecillos, Estado de México. pp77-78.
- SAGARPA, 2002. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. 847pp.

- Salazar, H. F. J., García, E. R., y Tlapal, B. B. 1992. Efecto de la incorporación de residuos secos de las plantas de gobernadora (*Larrea tridentata* L.) y epazote (*Chenopodium ambrosioides* L.) en suelos infectados con *Pythium aphanidermatum* y *Rizoctonia solani*, en la germinación y crecimiento de plantas de frijol. *Revista Mexicana de Fitopatología* 9:102-104.
- Salgado, S. M., Marbán, M. N. y Zamudio, V. 1988. Comparación de los efectos de agregados orgánicos, nematicidas y solarización en la incidencia de *Meloidogyne incognita* asociado al cultivo de frijol en Techamachalco Puebla. *Memorias XV Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*, Xalapa, Veracruz. p. 10.
- SAS Institute Inc., 2000. SAS/STAT User's guide, Volume 2, Version 8.2, Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Simpson, K. 1986. Abonos y estiércoles. ACRIBA. S. A. Zaragoza, España. pp. 91-117.
- Sivapalan, A., Morgan, W. C., and Franz, P. R. 1993. Monitoring populations of soil microorganisms during a conversion from a conventional to an organic system of vegetable growing. *Biological Agriculture and Horticulture*. 10:9-27.
- Szczecz, M.W., Rondonansky, M.W., Brzeski, U.S., and Kotowski, J. F. 1993. Suppressive effect of a commercial earthworm compost on some root infecting pathogens of cabbage and tomato. *Biological Agriculture and Horticulture* 10:47-52.

- Szczech, M. W., and Brzeski, M. W. 1994. Vermicompost-fertilizer or biopesticide? Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im Hugona 41:77-83. In CAB Abstr. 994-1996.
- Trinidad-Santos, A. 1999. El papel de los abonos orgánicos en la productividad de los suelos. Simposium Internacional y Primera Reunión Nacional de lombricultura y Abonos Orgánicos. Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Estado de México. pp. 3-16.
- Ulacio, O. D. M. 2003. Secuencia de estrategias para el manejo de (*Sclerotium cepivorum* Berk.) y predicción de la pudrición blanca en ajo (*Allium sativum* L.). Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 57-67 p.
- Verduzco, L., Farías, J., y Orozco, S. M. 1996. Efecto de la incorporación de plantas y aplicación de nematicidas sobre el control de nematodos agalladores (*Meloidogyne* sp.) en acerola. Revista Mexicana de Fitopatología 14:168 (Abstr).
- Velásquez, V. R. y González, G. N. 1991. Nemátodos noduladores que atacan al cultivo de frijol en Zacatecas. Desplegable para productores No. 4. Campo Experimental Zacatecas- INIFAP, SARH.
- Villar, L. A. C. , Zavaleta-Mejía, R., y García, E. R. 1990. Efecto de la incorporación de crucíferas (Brassicaceae) sobre fitopatógenos del suelo. II. Efecto de la incorporación de col y brócoli sobre la pudrición blanca (*Sclerotium cepivorum* Berk) de la cebolla, bajo condiciones de invernadero. Revista Mexicana de Fitopatología 8:160-165.

- Wahundeniya, I. 1991. Effect of poultry manure on root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tropical Agriculturist. 147:143-153.
- Yañez-Juárez, G. M., Zavaleta-Mejía, E., Flores-Revilla, C., Chávez-Alfaro, J. J., y Valdivia-Alcalá, R. 2001. Management of wilting (*Phytophthora capsici* Leo.) root galling (*Nacobbus aberrans* Thorne and Allen), and virosis in pepper (*Capsicum annum* L.) Revista Mexicana de Fitopatología 19:40-48.
- Zambolim, L., Santos, M.A., Becker, W. F. And Chavez, G. M. 1996. Agrowastes soil amendments for the control of *Meloidogyne javanica* on tomato. Fitopatología de Brasil. 21:250-253.
- Zamudio, G. V. 1987. Evaluación de la resistencia de colecciones y variedades comerciales de tomate (*Lycopersicon* spp.) a *Nacobbus aberrans* Thorne y Allen. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Montecillos, Estado de México. 87p.
- Zamudio, G. V., A. Carballo Q. y N. Marbán, M. 1987. Gama de hospedantes y evaluación del daño de *Nacobbus aberrans* en hortalizas comerciales. XIV Congreso Nacional de Fitopatología. Morelia, Michoacán, México.
- Zavaleta-Mejía, E., y Rojas M. I. R. 1988. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas sobre fitopatógenos del suelo. I. Efecto de la incorporación de col (*Brassica oleracea* L.) sobre *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood. Revista Mexicana de Fitopatología 6:166-171.
- Zavaleta-Mejía, E., Gómez, R. O., y Castro, A. E. 1991. Asociación del cempazúchil (*Tagetes erecta* L.) e incorporación de sus residuos, una alternativa para el manejo de problemas fitopatológicos en algunas

hortalizas. *In*: Avances en la investigación. Colegio de Postgraduados. Montecillo. Estado de México. pp. 129.

Zavaleta-Mejía, E., y Ochoa, M. D. A. 1992. Efecto de las diferentes formas de asociación jitomate-cempazúchil en la producción de jitomate afectado por *Nacobbus aberrans*. Memorias del XIX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Saltillo, Coahuila. México. p.140.

Zavaleta-Mejía, E., Villar, A. C., Rojas, M. I. R., y García, E. R. 1992. Efecto de la incorporación de residuos de crucíferas (Brassicaceae) en fitopatógenos del suelo. IV Efecto de la incorporación de col y brócoli sobre la pudrición blanca de la cebolla (*Sclerotium cepivorum* Berk) en campo. Revista Mexicana de Fitopatología 10:179-185.

Zavaleta-Mejía, E., Castro A. A. E., y Zamudio, G. V. 1993. Efecto del cultivo e incorporación de *Tagetes erecta* L. sobre la población e infección de *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White) Chitwood en chile (*Capsicum annum* L.). Nematropica 23:49-56.

Zavaleta-Mejía, E. 2003. Incorporación de materia orgánica al suelo (Modificadores orgánicos). pp. 26-37. *In*: Manejo Ecológico de enfermedades. Zavaleta-Mejía, E; R. I. Rojas, M.; D. L. Ochoa, M. (eds.) Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. Montecillo, México.

8. ANEXOS

ANEXO 1

Cuadro 9. Escala de Índice de agallamiento de acuerdo a Daulton and Nusbaum, 1961

ÍNDICE	DESCRIPCIÓN DEL VALOR
0	Libre de agallas
1	Incipiente menos de 5 agallas
5	Muy ligera, hasta 25 agallas
10	Ligera, 26 a 100 agallas
25	Moderada, numerosas agallas distinguibles entre sí
50	Moderadamente grave, numerosas agallas, muchas unidas entre sí
75	Grave, agallas muy numerosas, la mayoría unidas entre sí. Con un ligero retraso en el crecimiento de la raíz
90	Muy grave, invasión masiva y poco crecimiento radical
100	Extremadamente grave y sin desarrollo radical

Cuadro 10. Contrastes simples para Índice de Agallamiento (primer ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
V10 VS V20	1	7.142857	7.142857	0.10	4.00	0.7501
VL VS VM	1	16.071429	16.071429	0.23		0.6330
VCN VS VSN	1	8750.00000	8750.00000	125.43		0.0001
TESTIGO CON NEMATODO VS VCN	1	102.857143	102.857143	1.47		0.2294
TESTIGO CON NEMATODO VS VSN	1	4802.857143	4802.857143	68.85		0.0001
TESTIGO SIN NEMATODO VS VCN	1	3500.0000	3500.0000	50.17		0.0001
TESTIGO SIN NEMATODO VS VSN	1	0.000	0.000	0.0		1.0000
TESTIGO CON NEMATODO VS VL	1	1680.178571	1680.178571	24.08		0.0001
TESTIGO CON NEMATODO VS VM	1	801.607143	801.607143	11.49		0.0012
ERROR	60	4185.71429	69.76190			

V10= Vermicomposta al 10%, V20= Vermicomposta al 20%, VL= Vermicomposta localizada, VM= Vermicomposta mezclada, V0CN= Testigo con nematodo, V0SN= Testigo sin nematodo, IA= Índice de agallamiento (Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PFF= Peso fresco de follaje.

Cuadro 11. Contrastes simples para Peso Fresco de Follaje (primer ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
V10 VS V20	1	59.451607	59.451607	1.71	4.00	0.1958
VL VS VM	1	23.014464	23.014464	0.66		0.4189
VCN VS VSN	1	1143.921607	1143.921607	32.93		0.0001
TESTIGO CON NEMATODO VS VCN	1	948.481143	948.481143	27.30		0.0001
TESTIGO CON NEMATODO VS VSN	1	2723.616071	2723.616071	78.41		0.0001
TESTIGO SIN NEMATODO VS VCN	1	1.170286	1.170286	0.03		0.8550
TESTIGO SIN NEMATODO VS VSN	1	505.020071	505.020071	14.54		0.0003
TESTIGO CON NEMATODO VS VL	1	1598.064286	1598.064286	46.00		0.0001
TESTIGO CON NEMATODO VS VM	1	105.271143	105.271143	3.03		0.0868
ERROR	60	2084.242857	34.737381			

V10= Vermicomposta al 10%, V20= Vermicomposta al 20%, VL= Vermicomposta localizada, VM= Vermicomposta mezclada, V0CN= Testigo con nematodo, V0SN= Testigo sin nematodo, IA= Índice de agallamiento (Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PFF= Peso fresco de follaje.

Cuadro 12. Contrastes simples para Peso Seco de Raíz (primer ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
V10 VS V20	1	1.08285714	1.08285714	1.76	4.00	0.1901
VL VS VM	1	5.65785714	5.65785714	4.77		0.3229
VCN VS VSN	1	30.90285714	30.90285714	26.06		0.0001
TESTIGO CON NEMATODO VS VCN	1	0.39114286	0.39114286	0.33		0.5679
TESTIGO CON NEMATODO VS VSN	1	17.15000000	17.15000000	14.46		0.0003
TESTIGO SIN NEMATODO VS VCN	1	3.27114286	3.27114286	2.76		0.1020
TESTIGO SIN NEMATODO VS VSN	1	2.91457143	2.91457143	2.46		0.1222
TESTIGO CON NEMATODO VS VL	1	2.66064286	2.66064286	2.24		0.1394
TESTIGO CON NEMATODO VS VM	1	0.64464286	0.64464286	0.54		0.4638
ERROR	60	71.1571429	1.1859524			

V10= Vermicomposta al 10%, V20= Vermicomposta al 20%, VL= Vermicomposta localizada, VM= Vermicomposta mezclada, V0CN= Testigo con nematodo, V0SN= Testigo sin nematodo, IA= Índice de agallamiento (Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PFF= Peso fresco de follaje.

Cuadro 13. Contrastes simples para Necrosis Radical (primer ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
V10 VS V20	1	3.01785714	3.01785714	10.39	4.00	0.0021
VL VS VM	1	5.16071429	5.16071429	17.77		0.0001
VCN VS VSN	1	0.44642857	0.44642857	1.54		0.2199
TESTIGO CON NEMATODO VS VCN	1	0.25714286	0.25714286	0.89		0.3505
TESTIGO CON NEMATODO VS VSN	1	0.00714286	0.00714286	0.02		0.8759
TESTIGO SIN NEMATODO VS VCN	1	0.25714286	0.25714286	0.89		0.3505
TESTIGO SIN NEMATODO VS VSN	1	0.86428571	0.86428571	2.98		0.0897
TESTIGO CON NEMATODO VS VL	1	0.17857143	0.17857143	0.61		0.4361
TESTIGO CON NEMATODO VS VM	1	2.06428571	2.06428571	7.11		0.0099
ERROR	60	17.42857143	0.29047619			

V10= Vermicomposta al 10%, V20= Vermicomposta al 20%, VL= Vermicomposta localizada, VM= Vermicomposta mezclada, VCN= Testigo con nematodo, VSN= Testigo sin nematodo, IA= índice de agallamiento (Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PFF= Peso fresco de follaje.

Cuadro 14. Contrastes simples para Volumen Radical (primer ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
V10 VS V20	1	82.571429	82.571429	0.31	4.00	0.5817
VL VS VM	1	1188.642857	1188.642857	4.42		0.0398
VCN VS VSN	1	360.071429	360.071429	1.34		0.2519
TESTIGO CON NEMATODO VS VCN	1	213.778571	213.778571	0.79		0.3763
TESTIGO CON NEMATODO VS VSN	1	708.750000	708.750000	2.63		0.1098
TESTIGO SIN NEMATODO VS VCN	1	61.778571	61.778571	0.23		0.6336
TESTIGO SIN NEMATODO VS VSN	1	394.464286	394.464286	1.47		0.2307
TESTIGO CON NEMATODO VS VL	1	94.464286	94.464286	0.35		0.5557
TESTIGO CON NEMATODO VS VM	1	8.750000	8.750000	0.03		0.8775
ERROR	60	16144.85714	269.08095			

V10= Vermicomposta al 10%, V20= Vermicomposta al 20%, VL= Vermicomposta localizada, VM= Vermicomposta mezclada, V0CN= Testigo con nematodo, V0SN= Testigo sin nematodo, IA= Índice de agallamiento (Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PFF= Peso fresco de follaje.

Cuadro 15. Contrastes simples para Índice de Agallamiento (segundo ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
CONTROL VS TODOS	1	13456.75790	13456.75790	77.61	3.92	0.0001
ESTIÉRCOL VS VERMICOMPOSTA	1	550.29524	550.29524	3.17		0.0783
ECN VS VCN	1	1100.59524	1100.59524	6.35		0.0136
ESN VS VSN	1	0.00000	0.00000	0.00		1.0000
ESN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	0.00000	0.00000	0.00		1.0000
VSN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	0.00000	0.00000	0.00		1.0000
ECN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	8264.65201	8264.65201	47.66		0.0001
VCN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	12428.80037	12428.80037	71.68		0.0001
ESN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	26250.00000	26250.00000	151.38		0.0001
VSN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	1778.83598	1778.83598	10.26		0.0019
ECN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	4133.59788	4133.59788	23.84		0.0001
VCN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	1778.83598	1778.83598	10.26		0.0019
ERROR	87	15085.71429	173.39901			

Control: Testigo con nematodo, ECN= Estiércol con nematodo, VCN= Vermicomposta con nematodo, ESN= Estiércol sin nematodo, VSN= Vermicomposta sin nematodo, TSN= Testigo sin nematodo, TCN= Testigo con nematodo, IA= Índice de agallamiento (Escala de Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PSF= Peso seco de follaje.

Cuadro 16. Contrastes simples para Peso Freso de Follaje (segundo ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
CONTROL VS TODOS	1	2618.013976	2618.013976	27.54	3.92	0.0001
ESTIÉRCOL VS VERMICOMPOSTA	1	259.002976	259.002976	2.72		0.1025
ECN VS VCN	1	306.720238	306.720238	3.23		0.0760
ESN VS VSN	1	27.523810	27.523810	0.29		0.5919
ESN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	1260.584619	1260.584619	13.26		0.0005
VSN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	1040.132604	1040.132604	10.94		0.0014
ECN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	0.245718	0.245718	0.00		0.9596
VCN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	128.982989	128.982989	1.36		0.2473
ESN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	5553.733360	5553.733360	58.41		0.0001
VSN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	583.148810	583.148810	6.13		0.0152
ECN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	1283.365741	1283.365741	13.50		0.004
VCN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	583.148810	583.148810	6.13		0.0152
ERROR	87	8271.86014	95.07885			

Control: Testigo con nematodo, ECN= Estiércol con nematodo, VCN= Vermicomposta con nematodo, ESN= Estiércol sin nematodo, VSN= Vermicomposta sin nematodo, TSN= Testigo sin nematodo, TCN= Testigo con nematodo, IA= Índice de agallamiento (Escala de Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PSF= Peso seco de follaje.

Cuadro 17. Contrastes simples para Peso Seco de Raíz (segundo ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
CONTROL VS TODOS	1	23000.035360	23000.035360	28.75	3.92	0.0001
ESTIÉRCOL VS VERMICOMPOSTA	1	1127.134405	1127.134405	14.09		0.0003
ECN VS VCN	1	100.9050000	100.9050000	1.26		0.2645
ESN VS VSN	1	3309.043810	3309.043810	41.37		0.0001
ESN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	272.114143	272.114143	3.40		0.0685
VSN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	2721.806158	2721.806158	34.03		0.0001
ECN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	18.281158	18.281158	0.23		0.6338
VCN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	3.818465	3.818465	0.05		0.8276
ESN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	2203.277143	2203.277143	27.54		0.0001
VSN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	734.732804	734.732804	9.19		0.0032
ECN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	1142.623915	1142.623915	14.28		0.0003
VCN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	734.732804	734.732804	9.19		0.0032
ERROR	87	6959.10514	79.98971			

Control: Testigo con nematodo, ECN= Estiércol con nematodo, VCN= Vermicomposta con nematodo, ESN= Estiércol sin nematodo, VSN= Vermicomposta sin nematodo, TSN= Testigo sin nematodo, TCN= Testigo con nematodo, IA= Índice de agallamiento (Escala de Daulton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PSF= Peso seco de follaje.

Cuadro 18. Contrastes simples para Necrosis Radical (segundo ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
CONTROL VS TODOS	1	9.45957475	9.45957475	27.67	3.92	0.0001
ESTIÉRCOL VS VERMICOMPOSTA	1	0.01190476	0.01190476	0.03		0.8524
ECN VS VCN	1	0.09523810	0.09523810	0.28		0.5990
ESN VS VSN	1	0.21428571	0.21428571	0.63		0.4307
ESN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	1.69377289	1.69377289	4.95		0.0286
VSN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	2.52344322	2.52344322	7.38		0.0080
ECN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	11.60586081	11.60586081	33.94		0.0001
VCN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	10.33846154	10.33846154	20.24		0.0001
ESN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	14.88095238	14.88095238	43.52		0.0001
VSN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	3.24074074	3.24074074	9.48		0.0028
ECN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	2.54232804	2.54232804	7.44		0.0077
VCN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	3.24074074	3.24074074	9.48		0.0028
ERROR	87	29.74761905	0.34192666			

Control: Testigo con nematodo, ECN= Estiércol con nematodo, VCN= Vermicomposta con nematodo, ESN= Estiércol sin nematodo, VSN= Vermicomposta sin nematodo, TSN= Testigo sin nematodo, TCN= Testigo con nematodo, IA= Índice de agallamiento (Escala de Daulton and Nusbaur, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PSF= Peso seco de follaje.

Cuadro 19. Contrastes simples para Volumen Radical (segundo ensayo de invernadero)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA (F cal)	F DE TABLAS	P>F
CONTROL VS TODOS	1	97228.4954	97228.4954	64.33	3.92	0.0001
ESTIERCOL VS VERMICOMPOSTA	1	11550.2976	11550.2976	7.64		0.0070
ECN VS VCN	1	2288.0952	2288.0952	1.51		0.2219
ESN VS VSN	1	39929.1667	39929.1667	26.42		0.0001
ESN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	39049.6795	39049.6795	25.84		0.0001
VSN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	103384.6154	103384.6154	68.40		0.0001
ECN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	21436.8132	21436.8132	14.18		0.0003
VCN VS TESTIGO SIN NEMATODO	1	13630.0366	13630.0366	9.02		0.0035
ESN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	104068.7407	104068.7407	68.86		0.0001
VSN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	55541.5979	55541.5979	36.75		0.0001
ECN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	71589.4286	71589.4286	47.37		0.0001
VCN VS TESTIGO CON NEMATODO	1	55541.5979	55541.5979	36.75		0.0001
ERROR	87	131493.4286	1511.4187			

Control: Testigo con nematodo, ECN= Estiércol con nematodo, VCN= Vermicomposta con nematodo, ESN= Estiércol sin nematodo, VSN= Vermicomposta sin nematodo, TSN= Testigo sin nematodo, TCN= Testigo con nematodo, IA= Índice de agallamiento (Escala de Dauton and Nusbaum, 1961), VR= Volumen radical, NR= Necrosis radical, PSR= Peso seco de raíz, PSF= Peso seco de follaje.