

HONGOS NEMATÓFAGOS EN EL COMBATE DE NEMATODOS FITOPARÁSITOS ASOCIADOS AL CULTIVO DE LECHUGA

Ricardo Piedra Naranjo¹, Cristina Vargas Chacón¹

RESUMEN

Hongos nematófagos en el combate de nematodos fitoparásitos asociados al cultivo de lechuga. La investigación se realizó en la localidad de Páez de la provincia de Cartago, Costa Rica durante el año 2010. El objetivo fue evaluar la eficacia biológica de dos hongos nematófagos: *Trichoderma asperellum* y *Paecilomyces lilacinus*, un tratamiento con metabolitos del hongo *Sulphureus laetiporus*, un tratamiento químico de Oxamil 24 SL y un testigo absoluto sin ninguna aplicación, contra nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo de lechuga. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones. A los 11 días después de la primera aplicación y trasplante se observó un efecto supresor de los metabolitos de *S. laetiporus* contra *Meloidogyne* sp. y *Helicotylenchus* sp. géneros de nematodos con mayor densidad poblacional identificados previo al trasplante. El Oxamil fue eficaz únicamente contra *Meloidogyne* sp. A los 21 días todos los tratamientos demostraron eficacia contra *Meloidogyne* sp.; en caso del género *Helicotylenchus* sp. el tratamiento Oxamil 24 SL fue el que obtuvo la menor población de nematodos con diferencias significativas respecto al testigo. A los 45 días, demostraron eficacia los tratamientos *P. lilacinus*, *S. laetiporus*, y Oxamil 24 SL contra el género *Meloidogyne* sp. En cuanto al género *Helicotylenchus* sp. los tratamientos Oxamil 24 SL y *P. lilacinus* fueron los más efectivos. Se recomienda validar los tratamientos *P. lilacinus* y *S. laetiporus* en mayores áreas de siembra.

Palabras clave: *Lactuca sativa*, metabolitos, control biológico.

1 Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. INTA-Costa Rica. rpiedra@inta.go.cr, cvargas@inta.go.cr. Sede del Laboratorio de Servicios de Fitoprotección del INTA. Sabana Sur, San José.

INTRODUCCIÓN

La lechuga (*Lactuca sativa*) es una planta que se cultiva generalmente para uso de su hoja como vegetal y consumo fresco como complemento de otros alimentos. Las variedades de lechuga más comunes son: de hojas sueltas llamada romana, de cabeza dura denominada repollo y la lechuga hojas blandas de nombre mantequilla. En Costa Rica es producida en forma convencional, orgánica y en hidroponía. En la provincia de Cartago existe una alta productividad de este cultivo lo cual se debe principalmente a la mayor densidad de siembra. La productividad es favorecida por las menores distancias entre eras que se emplea en la zona y por la topografía plana que presentan la mayoría de las fincas. Lo contrario sucede en el cantón de Alfaro Ruiz donde las pendientes son pronunciadas. El consumo fresco de vegetales y hortalizas demanda la producción de productos inocuos, libres de residuos de plaguicidas y contaminantes microbiológicos que puedan afectar la salud humana. Debido al efecto de las aplicaciones de plaguicidas para el combate de plagas y enfermedades de lechuga, en estudios recientes se ha determinado contaminación química. También se ha encontrado contaminantes microbiológicos como *Escherichia coli* presentes en el agua de riego y manejo post-cosecha (FONTAGRO 2010).

La lechuga, al igual que otros cultivos hortícolas presenta problemas de plagas y enfermedades en los que se incluyen los nematodos fitoparásitos. Los géneros más comunes de esos organismos patógenos que afectan este cultivo son *Meloidogyne* sp. y *Helicotylenchus* sp. (FONTAGRO 2010). La forma convencional para el combate de nematodos fitoparásitos consiste en la aplicación de nematicidas químicos que producen problemas a los seres humanos y al medio ambiente. Una alternativa al uso de productos sintéticos es la utilización de controladores biológicos tales como hongos, bacterias y sustancias naturales que pueden estar en plantas, suelo, o elaborados en laboratorios para uso comercial (Arauz 1998). En los suelos también existen nematodos de vida libre o saprófitos, los cuales forman un componente biológico del ecosistema del suelo que equilibran controlando organismos como los mismos nematodos fitoparásitos y en otros casos

actúan como biodegradadores de nematicidas químicos (Triviño *et al.* 2008).

Las poblaciones de nematodos tienden a aumentar o a disminuir a través del tiempo y son afectadas tanto en número como en comportamiento por una serie de factores entre los que se pueden mencionar: condiciones de clima y de suelo, la fisiología de la planta, la presencia de otros organismos y las variaciones patogénicas del nematodo. También se ven afectados por organismos del suelo que atacan los nematodos como los hongos y bacterias. Así mismo los protozoos, insectos, ácaros, virus y otros nematodos que no son fitopatógenos ejercen como depredadores que regulan las condiciones del ecosistema de los suelos (Kerry y Muller 1980, Rodríguez 1984).

Los hongos nematófagos son microorganismos con la capacidad de atacar, matar y digerir nematodos (adultos, juveniles y huevos). Aparte de su habilidad nematófaga, muchos de estos hongos pueden también vivir saprofiticamente en materia orgánica muerta, atacar a otros hongos (micoparásitos) y colonizar raíces de plantas como endófitos. Son habitantes del suelo; generalmente son más frecuentes en suelos con elevado contenido en materia orgánica. Lo anterior facilita que estos microorganismos actúen contra la mayoría de los nematodos fitopatógenos (Barron 2005).

En estudios realizados en Brasil se evaluaron en agar 20 especies de hongos aislados de raíces y suelo recolectadas en 50 localidades, como agentes de control biológico contra segundos estadios juveniles, huevos y masas de huevos de *Meloidogyne incognita*; los resultados demostraron que en los aislamientos de *P. lilacinus*, *Arthrobotrys conoides*, *A. musiformis*, *A. robusta*, *Monoacrosporium ellipsosporum*, *Dactylaria thaumasia*, *Cylindrocarpon* sp. y *Trichoderma harzianum* se obtuvo eficacia biológica (Dos Santos *et al.* 1992). En otra investigación se evaluaron *in vitro* 19 aislamientos de *P. lilacinus* de diferentes regiones de Brasil, más un aislamiento de *Cylindrocarpon destructans*, dieron como resultado efecto de colonización de huevos de *Meloidogyne javanica* en plantas de tomate, aislamientos de *Paecilomyces lilacinus* redujo

el número de agallas de *M. javanica*, también se menciona que *P. lilacinus* como un hongo que ofrece grandes ventajas como agente de control biológico, contra *Meloidogyne* spp., debido a su gran adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y que cuenta con un alto potencial parasítico (Freitas *et al.* 1995).

El uso de métodos alternativos, al combate químico, empleando hongos biocontroladores como *Trichoderma* spp. y *Paecilomyces* sp., así como un uso adecuado de los agroquímicos en el cultivo de lechuga, evidencia que se puede producir un producto sin residuos de plaguicidas. *Trichoderma* spp. también ha demostrado eficacia biológica contra el género como *Globodera* spp. (Piedra *et al.* 2009).

Los metabolitos del hongo *S. laetiporus* han tenido éxito como protección del sistema radical de plantas hortícolas, la capacidad de producir diversos metabolitos y de adaptarse a diversas condiciones ambientales y sustratos, confiere la posibilidad de ser utilizados en la industria biotecnológica. También es usado como fuente de citoquinina y ácido gibberélico, además

presenta actividad antioxidante y anticoagulante (León 2005). El estudio de modos de acción en el proceso de selección de los aislamientos de metabolitos como controlador biológico de determinada plaga, ya se aborda como elemento clave en el manejo de la misma, aspecto que repercute en la eficacia y perdurabilidad de los aislamientos seleccionados en los sistemas productivos (Chet 1990).

La aplicación de elementos de manejo integrado, como el combate biológico, es parte de los estudios realizados con el uso de agentes o enemigos naturales de nematodos fitoparásitos y son considerados como la solución desde un punto de vista ecológico y económico (Crozzoli 1994).

Por lo tanto el objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia biológica de dos hongos nematófagos: *Trichoderma asperellum* y *Paecilomyces lilacinus*, un metabolito del hongo *Sulphureus laetiporus*, un tratamiento químico de Oxamil 24 SL y un testigo absoluto sin ninguna aplicación, contra nematodos fitoparásitos que afectan el cultivo de lechuga.

MATERIALES Y MÉTODOS

La actividad se realizó en la localidad de Páez, cantón Oreamuno provincia de Cartago, Costa Rica, durante el año 2010, en la finca de un productor comercial de lechuga y donde existía presencia de nematodos fitoparásitos. La finca se encuentra a una altura de 1453 msnm y la temperatura promedio anual fue de 20 °C. El suelo pertenece al orden de los Andisoles los cuales se caracterizan por ser: profundos, de textura franca, buen drenaje y fértiles (Bertsch 1995). Se marcaron las parcelas, se asignaron los tratamientos, se realizaron las aplicaciones y los muestreos. También se determinaron las características del agua que se utilizaría para las diluciones de los tratamientos. El agua provino de dos fuentes, una de consumo humano y otra de un pozo de la finca. En ambas fuentes se realizaron análisis para determinar el pH y para averiguar si existía *Escherichia coli*. En el primer caso el pH

puede afectar a los hongos nematófagos por su acidez y *E. coli* puede causar alguna infección al ser humano. La variedad de lechuga que se utilizó fue Boston mejor conocida como mantequilla. Esta variedad es muy susceptible al género de nematodo *Meloidogyne* sp. pero tiene muy buena aceptación por los consumidores.

Muestreos y aplicaciones

Se realizaron cuatro muestreos, el primer muestreo fue de suelo únicamente y se efectuó en las parcelas con los tratamientos asignados, antes del trasplante de la lechuga. El objetivo de este muestreo fue identificar los géneros de nematodos fitoparásitos con mayor densidad poblacional en el área experimental, antes de iniciar la investigación.

Posteriormente los eventos coincidieron (muestreo y aplicación) a los 11 y 21 días de crecimiento de las plantas y el cuarto y último muestreo se realizó a los 45 días. La primera aplicación se realizó posterior al trasplante de la lechuga, durante el mismo día, esta y las demás aplicaciones fueron a la base del tallo de las plantas. Durante la investigación los muestreos fueron de raíces con suelo, la parte aérea se desechó. Se extrajeron dos sub-muestras en cada repetición. Las muestras

extraídas se llevaron a la sección de nematología del Laboratorio de Servicios de Fitoprotección del Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA-Costa Rica). En el laboratorio, se mezcló bien y se extrajo una muestra de 100 gramos de suelo para su respectivo diagnóstico nematológico.

Tratamientos

Los tratamientos utilizados se pueden observar en el Cuadro 1. Se utilizaron dos plantas por cada repetición para un total de 10 plantas por cada muestreo.

Cuadro 1. Tratamientos utilizados en la investigación. Cartago, Costa Rica. 2010.

Tratamientos	Concentración	Cepas o fuentes	Dosis/parcela de 6 m ²
<i>T. asperellum</i>	6,1x10 ⁸	Carlos Durán INTA	500 g/16 litros de agua
<i>P. lilacinus</i>	5,2x10 ⁹	Fitoprotección INTA	500 g/16 litros
<i>S. laetiporus</i>	53,7 %	<i>S. laetiporus</i>	80 ml/16 litros
Oxamil (testigo relativo)	24 SL	Carbamato	48 ml/16 litros
Testigo absoluto	–	–	–

Diseño y unidad experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cinco repeticiones (Balzarini *et al.* 2008). La unidad experimental comprendió un área de 6 m².

VARIABLES A EVALUAR

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

- Población inicial de nematodos.
- Población de nematodos en muestreos secuenciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del muestreo inicial de suelo, identificó los géneros de nematodos fitoparásitos *Meloidogyne* sp. y *Helicotylenchus* sp. Estos géneros son considerados de importancia por el daño directo que pueden causar por sí mismos y por la interacción que puedan hacer con otros patógenos del suelo. De igual manera

se detectaron poblaciones de nematodos saprófitos o de vida libre, los cuales son considerados con funciones benéficas al suelo y las plantas (De Lara *et al.* 2003). Estos nematodos constituyen y ejercen un equilibrio contra nematodos fitoparásitos del suelo y biodegradación de nematicidas químicos (Triviño *et al.* 2008) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Poblaciones de nematodos encontrados en el muestreo inicial, en 100 gramos de suelo. Cartago, Costa Rica. 2010.

Tratamientos*	Nematodos fitoparásitos		Saprophytes o de vida libre
	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Helicotylenchus</i> sp.	
<i>T. asperellum</i>	410	940	1320
<i>P. lilacinus</i>	650	1030	1360
<i>S. laetiporus</i>	1360	1040	1370
Oxamil 24 SL	1660	1140	1380
Testigo absoluto	1840	1840	1840

* Plano de campo, parcelas marcadas, aún no se habían aplicado los tratamientos.

El análisis de datos obtenidos a los 11 días después del trasplante (segundo muestreo) evidenció la eficacia biológica del tratamiento *S. laetiporus* para los géneros *Meloidogyne* sp. y *Helicotylenchus* sp. El tratamiento con Oxamil fue eficaz únicamente para el género *Meloidogyne* sp. Los tratamientos con *Trichoderma asperellum* y *P. lilacinus* no presentaron diferencia significativa respecto al testigo absoluto para ninguno de los nematodos fitopatógenos en estudio (Cuadro 3).

Cuadro 3. Medias de tratamientos en segundo muestreo en 100 gramos de raíz con suelo. Cartago, Costa Rica. 2010.

Tratamientos	Nematodos fitoparásitos	
	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Helicotylenchus</i> sp.
<i>T. asperellum</i>	1000 b	1200 abc
<i>P. lilacinus</i>	900 b	2200 c
<i>S. laetiporus</i>	0 a	100 a
Oxamil 24 SL	0 a	700 ab
Testigo absoluto	900 b	1600 bc

Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p \leq 0,05$).

En cuanto a los resultados del tercer muestreo (21 días), el análisis indicó que el género *Meloidogyne* sp. se presentó únicamente en el testigo absoluto; es decir, en los tratamientos aplicados no se observaron poblaciones de este nematodo. En este mismo muestreo para el caso del género *Helicotylenchus* sp. el tratamiento Oxamil 24 SL, presentó la población más baja con diferencias significativas respecto al testigo absoluto (Cuadro 4).

Cuadro 4. Promedio de nematodos en el tercer muestreo en 100 gramos de raíz con suelo. Cartago, Costa Rica. 2010.

Tratamientos	Nematodos fitoparásitos	
	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Helicotylenchus</i> sp.
<i>T. asperellum</i>	0 a	1200 ab
<i>P. lilacinus</i>	0 a	1000 ab
<i>S. laetiporus</i>	0 a	1500 ab
Oxamil 24 SL	0 a	200 a
Testigo absoluto	2600 b	1700 b

Letras distintas indican diferencias significativas según Tukey ($p \leq 0,05$).

En el tercer muestreo, en el tratamiento testigo absoluto, se observaron hembras de *Meloidogyne* sp. y larvas del género *Helicotylenchus* sp. (Figura 1).

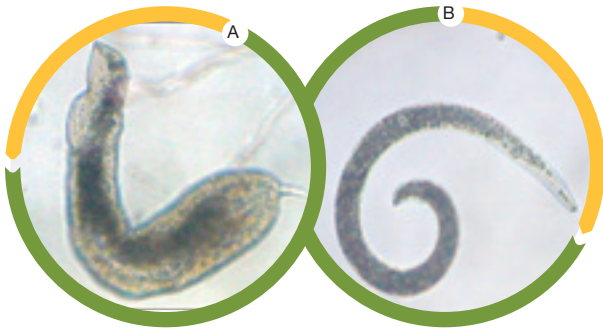


Figura 1. A: Hembra de *Meloidogyne* sp. B: Larva de *Helicotylenchus* sp. San José, Costa Rica. 2010.

Los resultados del cuarto muestreo (45 días), evidenciaron los mismos géneros fitoparásitos, los tratamientos, *P. lilacinus*, *S. laetiporus* y Oxamil 24 SL mostraron una población menor en el género *Meloidogyne* sp., lo que presenta diferencias significativas respecto al testigo absoluto. En el caso del género *Helicotylenchus* sp., los tratamientos *P. lilacinus* y Oxamil 24 SL demostraron eficacia biológica con presencia de poblaciones menores. Los tratamientos *T. asperellum* y *S. laetiporus* no presentaron diferencias significativas respecto al testigo absoluto (Cuadro 5).

Cuadro 5. Promedio de nematodos fitoparásitos en el cuarto y último muestreo. Cartago, Costa Rica. 2010.

Tratamientos	Nematodos fitoparásitos	
	<i>Meloidogyne</i> sp.	<i>Helicotylenchus</i> sp.
<i>T. asperellum</i>	2500 ab	4100 c
<i>P. lilacinus</i>	600 a	700 a
<i>S. laetiporus</i>	600 a	1400 ab
Oxamil	600 a	600 a
Testigo absoluto	3600 b	3100 bc

Letras distintas indican diferencias si gnificativas según Tukey ($p \leq 0,05$).

Los resultados de las tres fechas evaluadas, se resumen en las Figuras 2 y 3. En el caso del género *Meloidogyne* sp., sobresale una reducción notoria en los tratamientos *S. laetiporus*, *P. lilacinus* y Oxamil 24 SL, lo que demostró que fueron los mejores respecto a los demás tratamientos, mientras que *T. asperellum* presentó eficacia únicamente a los 21 días. El testigo absoluto, a los 45 días y última fecha de muestreo, obtuvo la población mayor de este género de nematodo fitoparásito.

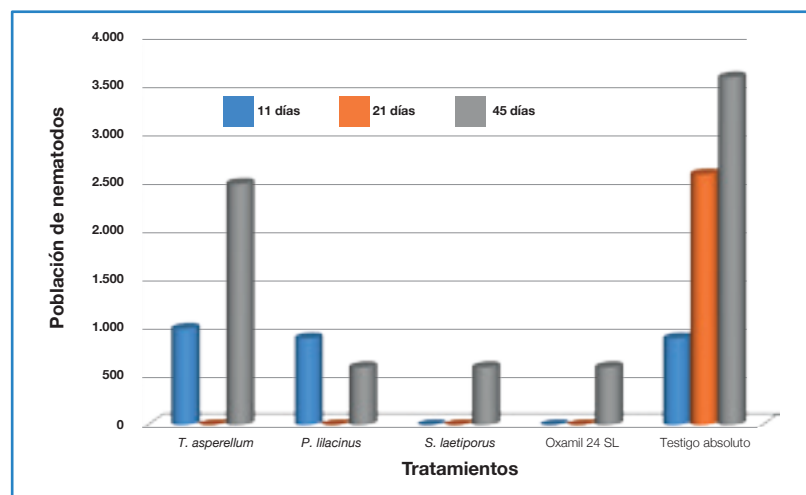


Figura 2. Efecto de la aplicación de hongos nematófagos sobre una población de *Meloidogyne* sp. en tres épocas de muestreo. Cartago, Costa Rica. 2010.

En las mismas fechas de muestreos y para el caso del género *Helicotylenchus* sp. se encontró que a los 21 y 45 días, el tratamiento Oxamil 24 SL fue el mejor; sin embargo, *P. lilacinus* evidenció eficacia a los 45 días. En general en las dos últimas fechas el Oxamil 24 SL demostró la menor población y mejor eficacia contra este género de nematodo fitoparásito (Figura 3).

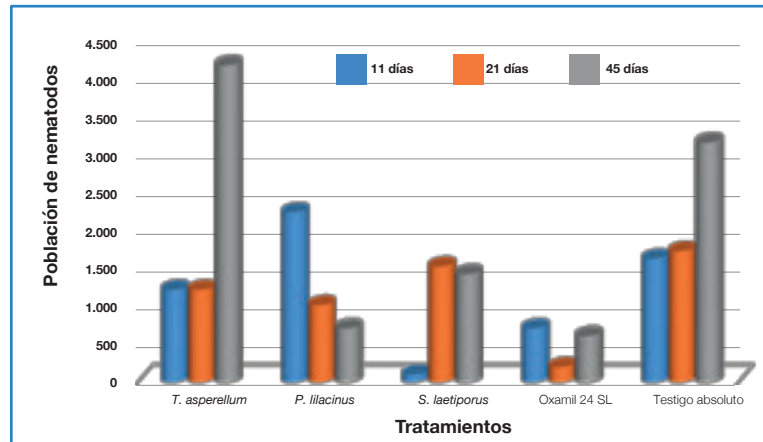


Figura 3. Efecto de la aplicación de hongos nematófagos sobre una población de *Helicotylenchus* sp. en tres épocas de muestreo. Cartago, Costa Rica. 2010

El cultivo de la lechuga posee un ciclo fenológico corto (45 días aproximadamente) por lo cual es importante la eficacia biológica en las primeras etapas de formación del cultivo, de ahí que el tratamiento con metabolitos de *S. laetiporus*, resulta promisorio en el control biológico temprano de nematodos. Los nematodos fitoparásitos encontrados en el estudio son de importancia porque además de producir daño por sí mismos, favorecen la penetración de hongos y bacterias y en muchas ocasiones el daño es difícil de controlar y cuantificar en cultivos como la lechuga.

Es importante mencionar, que en el área de siembra y en las plantas de lechuga se evidenció la presencia del hongo *S. sclerotiorum*. La afectación de éste hongo a las plantas de lechuga, puede ser favorecida por las heridas producto de la presencia tanto de *Meloidogyne* sp. como *Helicotylenchus* sp. Esta interacción entre nematodos y hongos, pueden incrementar el daño, sobre todo a los tejidos cercanos a la zona del cuello de la planta de lechuga.

Utilizar alternativas biológicas y naturales es de gran relevancia, sobre todo cuando se ha demostrado, en otros estudios, contaminación química como efectos residuales de aplicación de agroquímicos (FONTAGRO 2010). El manejo biológico de nematodos fitoparásitos es posible si se logra fomentar la utilización de hongos, bacterias y sustancias naturales que pueden estar en las

mismas plantas y/o suelos, o bien algunos que ya se comercializan en el mercado. De igual manera y según Barron (1977) la idea de usar hongos nematófagos para el control biológico de nematodos está siendo utilizada y orientado a programas de investigación con fines de buscar una sostenibilidad del agroambiente.

La eficacia biológica de los tratamientos identificados como metabolitos del hongo *S. laetiporus* y el hongo nematófago *P. lilacinus* en este estudio, demostró que pueden ser una opción más en los programas de manejo integrado de plagas asociadas a cultivos de importancia agrícola en Costa Rica. Además contribuyen a la inocuidad, dado que se pueden reducir el uso de agroquímicos. Los metabolitos del hongo *S. laetiporus* protege el sistema radical de las plantas e impide al patógeno producir daño y de esta forma aumenta la capacidad de absorción de agua y nutrientes. Lo anterior confiere la posibilidad de utilizarlo en la industria biotecnológica (Chet 1990). El hongo *Paecilomyces lilacinus*, es un enemigo natural de muchos géneros de nematodos. Produce sustancias que actúan sobre los huevos y larvas, provocando deformaciones, vacuolizaciones y pérdida de movimiento. Se pueden observar vacuolizaciones internas de las larvas del primer estadio, segmentación y gastrulación atípicas, o sea afectan la etapa del desarrollo embrionario, es capaz de penetrar el huevo,

crecer dentro del mismo y destruir el embrión (Obregón 2015)².

Se recomienda validar y dar seguimiento al efecto de los tratamientos *P. lilacinus* y a los metabolitos de *S. laetiporus* en mayores áreas de siembra. Se debe tomar en cuenta la importancia del análisis de calidad y concentración de los hongos benéficos a utilizar, de esta manera se puede mejorar la aplicación en campo. También a la hora de aplicar nematocidas biológicos, se deben tomar en cuenta las características del agua. En el presente estudio ambas fuentes de agua fueron apropiadas, dado que no hubo presencia de *E. coli*

en ninguna y en ambas el pH fue de 6. Además se deben tomar en otras condiciones como temperatura ambiental y humedad del suelo. Se recomienda que las aplicaciones se realicen al inicio o al final del día, cuando la temperatura es más baja. Así mismo es recomendable que el suelo esté húmedo. Estas características ocasionan una mejor adaptabilidad de los microorganismos controladores aplicados al suelo. En el caso del hongo *P. lilacinus* ofrece grandes ventajas como agente de control biológico, contra *Meloidogyne* spp., debido a su adaptabilidad a diferentes tipos de suelo y alto potencial parasítico (Freitas *et al.* 1995).

LITERATURA CITADA

Arauz, F. 1998. Fitopatología: Un enfoque agroecológico. San José, Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica. 467 p.

Balzarini, M; González, L; Tablada, M; Casanoves, F; Di Rienzo, JA; Robledo, CW. 2008. InfoStat: Manual del Usuario. Córdoba, Argentina. Editorial Brujas. 326 p.

Barron, L. 1977. The Nematode-Destroying Fungi. Topics In Mycobiology no.1. Canadian Biological Publications Ltd., Guelph. p. 27-140.

Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 63 p.

Crozzoli, R. 1994. Temas de nematología Agrícola I. Venezuela. Universidad Central de Venezuela. p. 8-9.

Chet, I. 1990. Biological control of soil-borne plant pathogens with fungal antagonists in combination with soil treatments. Bioogycal control of soil-borne plant pathogens. Wallinford, Inglaterra. CAB International. 25 p.

De Lara, R; Castro, T; Castro, J; Castro, G; Malpica, A. 2003. La importancia de los nematodos de vida libre (en línea). Consultado 12 de jun. 2015. Disponible en: <http://www.izt.uam.mx/newpage/contactos/anterior/n48ne/nematodo.pdf>

Dos Santos, A; Ferraz, S; Muchovej, J. 1992. Evaluation of 20 Species of Fungi From Brazil for biocontrol of *Meloidogyne Incognita* Race 3. Nematropica. 22(2):183-192.

Freitas, G; Ferraz, S; Muchovej, J. 1995. Effectiveness of different isolates of *Paecilomyces lilacinus* and An isolate of *Cylindrocarpon Destructans* on the control of *Meloidogyne Javanica*. Nematropica. 25(2):109-115.

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). 2010. Informe Técnico de inocuidad de la Lechuga. Proyecto INTA-FONTAGRO. Costa Rica. 5 p.

Kerry, B; Muller, L. 1980. Fungal parasites of some plant parasites nematodes. Nematropica. 6(1):11-12.

Piedra, R; Obregón, M; Meckbel, J. 2009. Eficacia Biológica de Hongos Nematófagos para el combate del nematodo *Globodera pallida* stoneen papa. Alcances Tecnológicos-INTA. 7(1)59-65.

Rodríguez, C. 1984. Effectiveness species of *Gliocadium*, *Paecilomyces* and *Verticillium* for control of *Meloidogyne arenaria* in field soil. Nematropica. 14(2):155-170.

Triviño, C; Navia, D; Mestaza, S. 2008. Diversidad de nematodos fitoparásitos y enemigos naturales en suelos del Litoral Ecuatoriano. In: Memoria del Congreso de suelos. Ecuador. Quito. 51 p.

2 Obregón, M. 2016. Hongo nematófago *P. lilacinus*. Laboratorios Dr. Obregón-Costa Rica. Comunicación personal.