

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA

AGRONOMA



**Efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp.
en el control de *Meloidogyne* sp. en albahaca (*Ocimum basilicum* L.)**

Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo

Autor:

Geiner Darvi León De La Cruz

(Código ORCID: 0000-0001-9432-8725)

Asesor:

Danilo Pacifico Sánchez Castillo

(Código ORCID: 0000-0003-2025-6540)

CHIMBOTE – PERÚ

2021

Palabras clave:

Tema	<i>Paecilomyces lilacinus, Trichoderma sp., Meloidogyne sp.</i>
Especialidad	Ingeniería Agrónoma

Key words

Topic	<i>Paecilomyces lilacinus, Trichoderma sp., Meloidogyne sp.</i>
Speciality	Agronomy Engineering

Línea de Investigación

Línea de Investigación	: Sanidad agrícola
Área	: Ciencias agrícolas
Sub Área	: Agricultura, silvicultura y pesca
Disciplina	: Agricultura

Efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

RESUMEN

En nuestro país la albahaca es un cultivo relativamente reciente, que se viene instalando en campos para exportación tanto en fresco como procesado, siendo los nematodos un problema fitosanitario que afectan el rendimiento del cultivo, motivo por lo cual se realizó el presente trabajo de investigación que se llevó a cabo en el sector Víctor Raúl, provincia de Virú, en la Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. Carretera panamericana norte km 521, con el propósito de determinar el efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en albahaca (*Ocimum basilicum* L.), en donde se hizo uso del diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), llegando a la conclusión que el T₁ fue el que presentó los niveles de eficacia más altos en el control del nematodo *Meloidogyne* sp., el T₁ (*Paecilomyces lilacinus*) fue el que presentó el nivel más bajo de severidad tanto en altura y diámetro de planta, como en longitud de raíz así mismo con el T₁ (*Paecilomyces lilacinus*) y T₂ (*Trichoderma* sp.) se obtienen los mejores resultados en el rendimiento de albahaca con 16,20 y 16, 25 TM/ha.

ABSTRACT

In our country, basil is a relatively recent crop, which has been installed in fields for export both fresh and processed, with nematodes being a phytosanitary problem that affect crop yield, which is why this research work was carried out. It was carried out in the Víctor Raul sector, Virú province, at the Agroindustrial Agrícola Virú SA Company Km 521 North Pan-American Highway, in order to determine the effect of *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson and *Trichoderma* sp. in the control of *Meloidogyne* sp. in basil (*Ocimum basilicum* L.), where the experimental design of completely random blocks (DBCA) was used, reaching the conclusion that T₁ was the one that presented the highest levels of efficacy in the control of the nematode *Meloidogyne* sp., T₁ (*Paecilomyces lilacinus*) was the one that presented the lowest level of severity both in height and diameter of the plant, as well as in root length as well. With T₁ (*Paecilomyces lilacinus*) and T₂ (*Trichoderma* sp.) the best results are obtained in basil yield with 16.20 and 16.25 MT / ha.

ÍNDICE GENERAL

Palabras clave:.....	ii
Línea de Investigación.....	ii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
INDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE TABLAS.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. METODOLOGÍA.....	102
III. RESULTADOS	178
IV. ANALISIS Y DISCUSION	267
V. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN.....	2829
VI. DEDICATORIA.....	290
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
VIII. ANEXOS	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área experimental, con plantas de albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.) empresa agroindustrial Viru S.A.....	10
Figura 2. Cabellera radicular de la planta de albahaca albahaca (<i>Ocimum basilicum</i> L.) empresa agroindustrial Viru S.A.	113
Figura 3. Plantas de albahaca marcadas par su evaluación respectiva.....	12
Figura 4. Riego del campo experimental para la siembra de albahaca ¡Error! Marcador no definido.	
Figura 5. Siembra mecanizada de albahaca en el campo experimental	135
Figura 6. Riego y germinación de albahaca en el campo experimental.....	14
Figura 7. Evaluación de altura y diámetro de plantas de albahaca en campo experimental	17
Figura 8. Cosecha mecanizada de albahaca en el campo experimental.....	189
Figura 9. Grado de infestación de <i>Meloidogyne</i> sp. En el cultivo de albahaca por tratamiento	1920
Figura 10. Grado de infestación de <i>Meloidogyne</i> sp. en el cultivo de albahaca por día de evaluación	251
Figura 11. Rendimiento promedio de plantas de albahaca según tratamientos.....	27

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Hongos entomopatógenos utilizados en los tratamientos para el control de <i>Meloidogyne</i> sp en el cultivo de Albahaca.....	10
Tabla 2 Momento de aplicación de <i>P. lilacinus</i> y <i>Trichoderma</i> sp.....	174
Tabla 3 Fertilización y dosis en el cultivo de albahaca	176
Tabla 4 Tipos y unidades de efertilizantes empleados en albahaca.....	177
Tabla 5 Grado de infestación del nematodo <i>Meloidogyne</i> sp.en el cultivo de albahaca por tratamiento. Empresa Agroindustrial, Virú. 2021.....	179
Tabla 6 Grado de infestación de nematodos en el cultivo de albahaca por día de evaluación. Empresa Agroindustrial, Virú. 2021.....	1820
Tabla 7 Altura de la planta (cm) de albahaca por tratamiento según días de evaluación. Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.....	202
Tabla 8 Diámetro de la planta de albahaca por tratamiento según días de evaluación. Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.....	213
Tabla 9 Longitud de Raíz de las plantas de albahaca por tratamiento según día de evaluación. Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.....	213
Tabla 10 Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las longitudes de las raíces de las plantas de albahaca son diferentes.....	224
Tabla 11 Rendimiento en kilogramos (Kg) de las plantas de las plantas de albahaca por tratamiento. Cultivo de albahaca. Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.....	234
Tabla 12 Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de los diámetros de las plantas albahaca por tratamiento.....	246

I. INTRODUCCIÓN

Bermúdez (2017), en su tesis sobre *Efecto de la aplicación de Paecilomyces lilacinus en el control de Meloidogyne incognita en el cultivo de zapallo (Cucúrbita pepo L.) en condiciones de casa malla, en el valle de Virú – La Libertad*, llegó a concluir que el T3 (30 kg/ha de *Paecilomyces lilacinus*) se obtuvo el más alto rendimiento con 32.5 TM/ha, además los tratamientos aplicados en referencia al testigo presentaron mayor longitud de raíces, mayor desarrollo de diámetro de tallo, longitud de tallo, cobertura de plantas así como el número de huevos y juveniles 2 de *Meloidogyne incognita* presentaron las poblaciones más bajas con el tratamiento tres.

Fernández et al. (2016), en su trabajo de investigación referente a la *Eficacia de Paecilomyces lilacinus en el control de Meloidogyne incognita que ataca al cultivo de Capsicum annuum “pimiento piquillo”*, llegaron a la conclusión que los niveles más altos de eficacia con *P. lilacinus* fueron encontrados con los tratamientos a dosis de 30 y 40 kg/ha con un porcentaje de 40.1 % y 60.3% respectivamente presentando un buen desarrollo de la planta de pimiento piquillo, tanto de la parte aérea así como de las raíces, por lo que es una alternativa como parte del manejo integrado de plagas.

Fernández (2015), en su trabajo de investigación referente al *Efecto de Beauveria bassiana sobre Meloidogyne Incognita en el número de nódulos radiculares en plantas de Capsicum annum L. cv. Piquillo cultivadas en invernadero*, llegó a concluir que las concentraciones de 10^6 y 10^9 conidios de *Beauveria bassiana* inoculadas al suelo del cultivo de plantas de *Capsicum annum* cv Piquillo disminuyen el número de nódulos radiculares ocasionados por *Meloidogyne incognita*.

Mendoza et al. (2013), en su trabajo de investigación sobre el *Efecto de Trichoderma atroviride, Trichoderma harzianum y Trichoderma viride sobre huevos de Meloidogyne sp. en condiciones de laboratorio*, llegaron a concluir que *T. atroviride*, *T. harzianum* y *T. viride* tienen un efecto negativo sobre la evolución de los huevos de *Meloidogyne sp.* en condiciones de laboratorio.

Schenck (2004), en la investigación realizada referente al *Control of nematodes in Tomato with Paecilomyces lilacinus Strain 251*, llegó a la conclusión que el tratamiento con *P. lilacinus* para el control de nematodo del nudo los promedios fueron consistentes para cada tratamiento debido a que el rendimiento fue mejor que con el tratamiento con Vapam obteniéndose mayor tamaño, peso, forma y color de los frutos de tomate lo que indica que hubo mayor protección a la planta

Sharon et al. (2001), en su trabajo de investigación realizado en invernadero referente al *Biological control of the root-knot nematode Meloidogyne javanica by Trichoderma harzianum*, llegaron a la conclusión que se redujo los nódulos de las raíces y se incrementó el peso fresco de la parte superior en tomates infectados con nematodos después del pretratamiento del suelo con preparado de salvado de turba de *Trichoderma*, además todas las cepas *Trichoderma* mostraron la capacidad de colonizar huevos separados de *M. javanica* y juveniles de segunda etapa (J2) en ensayos in vitro estériles, mientras que P-2 también penetró en las masas de huevos, llegando a tener un control de estos.

Cañón & Sanabria (2017), en su investigación sobre la *Evaluación de la acción de los hongos Paecilomyces lilacinus, Trichoderma harzianum y Lecanicillium lecanii sobre el nematodo Globodera pallida Stone (Behrens) en plantas de papa variedad criolla galeras*, llegaron a la conclusión que se encontró que tanto *Pecilomyces lilacinus* como *Lecanicillium lecanii* son hongos que pueden controlar quistes y huevos hasta en un 60% siendo ambos antagonistas de nematodos como *Meloidogyne* spp., además los hongos *Lecanicillium lecanii* y *Trichoderma harzianum*, presentaron una mayor acción antagonista en sinergia con el hongo *P. lilacinus* que actuando de manera individual.

Pinzón et al. (2015), en la investigación que realizaron referente al *Control de Meloidogyne incognita en tomate (Solanum lycopersicum L.) con la aplicación de Trichoderma harzianum*, llegaron a la conclusión que el control de *M. incognita* con

inoculación 1×10^6 esporas/ml de esta cepa y un testigo comercial (Fithán), redujeron significativamente la reproducción del nematodo con relación al testigo sin inoculantes fúngicos en un 86,94 y 42,00 % en el número de huevos por gramo de raíz licuada y en un 90,17 y 90,58 % en el número de hembras por gramo de raíz teñida, respectivamente. También disminuyeron la intensidad del daño del nematodo en un 78,10 y 75,44 % en la formación de nodulaciones. La cepa nativa de *T. harzianum* (Th43-14) indujo incrementos significativos del 28,13 % en la altura y del 41,16 % en la ganancia de biomasa seca total, respecto al testigo sin la aplicación del hongo

Este género es utilizado como agente de biocontrol contra hongos fitopatógenos debido a sus múltiples mecanismos de acción, destacando la antibiosis, el micoparasitismo, la competencia por espacio y nutrientes, y la producción de metabolitos secundarios. (Hernández et al., 2019)

Trichoderma es un hongo con múltiples aplicaciones biotecnológicas agrícolas. La más importante es la capacidad de inhibir el crecimiento, la esporulación y la germinación de esporas de hongos patógenos. Se han realizado una gran variedad de investigaciones en estudiar el potencial biológico y la formulación a base de especies de *Trichoderma* con actividad inhibitoria sobre microorganismos, lo que genera que estas prácticas sean más eficaces en un amplio rango de condiciones ambientales, de especies de plagas y de sistemas de cultivos. (Mesa et al., 2019)

Dentro de las plagas que afectan a los diferentes cultivos anuales tenemos a *Meloidogyne* sp. que afecta el buen desarrollo tanto en tamaño como en calidad de la albahaca, esto como consecuencia que afecta directamente el sistema radicular y de esta manera impide el paso del agua y nutrientes del suelo al sistema radicular, puesto que este hongo forma agallas en el interior de las raíces, ocasionando de esta manera pérdidas económicas de consideración. En nuestro país se viene haciendo aplicaciones considerables de nematicidas para el control de *Meloidogyne* sp. en muchos casos se crea resistencia a dichos nematicidas y por consiguiente creando contaminación al suelo y medio ambiente, afectando muchas veces la salud del consumidor. El presente trabajo de investigación se justifica técnicamente, debido a que se utilizaran hongos

entomopatógenos como *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. para el control de *Meloidogyne* sp. y así disminuir considerablemente el uso de nematicidas de síntesis química en el control de dicha plaga. Se justifica en el ámbito económico y social porque se puede lograr disminuir los costos y de esta manera obtener mayor rentabilidad, además que el uso de estos hongos entomopatógenos no crea resistencia por ser un control natural y tampoco deja residuos tóxicos tanto en el medio ambiente como en el producto final de la albahaca, teniendo en consideración que no llega a afectar la salud del consumidor. una vez concluida la investigación, se espera proporcionar al agricultor una herramienta adicional para el control eficiente y biológico de los nematodos como *Meloidogyne* sp. de esta manera se espera mejorar la calidad de vida de los productores y de su entorno familiar.

El problema que se planteo fue: ¿Cuál será el efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.)?

Paecilomyces lilacinus es un hongo que habita en la rizosfera, especialmente en suelos ricos en materia orgánica que contenga una buena cantidad de humedad. Sus poblaciones son mayores en climas templados y es reconocido por su potencial como controlador biológico. Su mayor relevancia es como patógeno de nematodos, ya que es muy eficiente reduciendo poblaciones de este tipo de plaga (Cano, 2011). Así mismo *Paecilomyces lilacinus* parasita huevos, juveniles y adultos y quistes de nematodos, parasitando además nematodos móviles que están fuera de la raíz, causandoles la muerte o evitando que complete su ciclo de vida, disminuyendo de esta manera poblaciones en el campo. En ausencia de nematodos el hongo puede sobrevivir como saprófito en el suelo (Monzon, 2009; Park et al., 2004; Schenck, 2004)

Se sugiere que la actividad proteolítica mejorada del antagonista puede ser importante para el control biológico de los nematodos, *Trichoderma harzianum* es un hongo cosmopolita y se desarrolla en material vegetal orgánico, tiene la capacidad de colonizar diversos ambientes, debido a su gran capacidad de reproductiva, se adaptan

y sobreviven fácilmente a condiciones extremas de temperatura, salinidad y pH. Son anaeróbicos facultativos y se reproducen sexualmente por conidios, el género *Trichoderma* no presenta un periodo sexual avanzado, naturalmente se reproducen por esporas asexuales. El ciclo de vida de *T. harzianum*, inicia cuando el organismo crece y se ramifica como una hifa fúngica de 5-10 micras de diámetro. (Mesa et al., 2019; Vásquez, n.d.)

Trichoderma harzianum es de gran importancia para las plantas, puesto que contribuyen con el control de hongos fitopatógenos, tienen capacidad de producir toxinas y antibióticos que controlan diversos patógenos. una de las funciones principales del *Trichoderma harzianum* es su capacidad para desarrollar relaciones simbióticas con las plantas. El hongo se despliega y crece en la rizosfera del cultivo, incrementando su desarrollo para obtener más espacio donde crecer. (Vásquez, n.d.)

Trichoderma spp. afectan positivamente a las plantas estimulando el crecimiento y protegiéndolas de los patógenos fúngicos y bacterianos. Se utiliza en la protección biológica de las plantas como biofungicidas y en biorremediación (Btaszczyk et al., 2014)

El suelo es el medio propicio para el control de los patógenos por medio del *Trichoderma harzianum*. De hecho, la rizosfera de las plantas es el ambiente más favorable para ejercer su acción antagonista. (Mesa et al., 2019; Vásquez, n.d.)

La presencia de nematodos es un problema muy severo en diferentes cultivos en muchas partes del mundo, el Perú no es la excepción *Meloidogyne* es un nematodo muy agresivo en la costa de nuestro país, afectando a la mayoría de los cultivos de importancia comercial. La clasificación taxonómica de *Meloidogyne* según Canto-Sáenz 2010, es la siguiente:

Phylum : Nemata
Clase : Secernentea, Von Linstow 1950, Dougherty 1958
Orden : Tylenchida, Thorne 1949.

Suborden : Tylenchina, Chitwood 1950.
Superfamilia : Tylenchoidea, Örley 1880.
Familia : Heteroderidae, Schuurmans, Sterkhoven 1941.
Subfamilia : Meloidogyninae, Skarbilovich 1959.
Género : *Meloidogyne*, Göldi 1892.

En el ciclo biológico del nematodo del nudo, las hembras ponen huevos en masas gelatinosa compuestas por una glicoproteína matriz, que es producida por las glándulas rectales de la hembra. Las masas de huevos se encuentran generalmente en la superficie de las raíces agrietadas y en otros casos se incrusta dentro del tejido biliar. La masa es inicialmente blanda, pegajosa e hialina pero se vuelve más firme y marrón oscuro con la edad. Además de proporcionarle cierta protección a los huevos de los factores ambientales, también la matriz tiene propiedades antimicrobianas. (Moenz et al., 2009)

Dentro del huevo, la embriogénesis procede a el juvenil de primer estadio, que muda al infeccioso J2. La eclosión del J2 depende principalmente de temperatura y humedad suficiente, aunque otros factores, incluida la difusión y generación de raíces, modifican la respuesta de eclosión, la capacidad de *Meloidogyne* para sobrevivir se ve reforzado por varios fisiológicos y adaptaciones bioquímicas, incluido el retraso embriogénesis, quiescencia y diapausa, y reservas de lípidos que prolongan la viabilidad hasta que J2 alcanza e invade un anfitrión. En el suelo, el J2 es vulnerable y necesita localizar un huésped tan rápido como posible. J2 se sienten atraídos por las raíces. La alimentación de J2 en células de protoxilema y protofloema induce a estas células a diferenciarse en especializadas células nodrizas, que se denominan células gigantes. Una vez se inicia la célula gigante, el nematodo se vuelve sedentario y se agranda mucho. En condiciones favorables, la etapa J2 muda al juvenil de tercera etapa (J3) después de 14 días, luego al juvenil de cuarta etapa (J4), y finalmente a la etapa adulta. El tiempo combinado para las etapas J3 y J4 es mucho más corto que para el J2 o el adulto, típicamente de 4 a 6 días. Falta J3 y J4 un estilete funcional y no lo alimenta. (Moenz, et al. 2009).

La hembra adulta tiene forma piriforme y pueden producir huevos por dos a tres meses y viven algún tiempo más después de que cesa la producción de huevos. El ciclo termina cuando la hembra pone su primer huevo. Los machos cuando están presentes, son vermiformes y no hay evidencia de que se alimenten. Los machos pueden ser encontrados en especies partenogénicas cuando las condiciones son desfavorables para el desarrollo de la hembra, como cuando las densidades poblacionales son altas y presumiblemente hay una limitante en el abastecimiento de alimento (Moenz et al., 2009).

La sintomatología El impacto de los nematodos pertenecientes al género *Meloidogyne*, en las raíces de sus plantas hospedantes es muy característico. Los nematodos del género *Meloidogyne* se reproducen y alimentan de células vegetales vivas modificadas en la raíz, en la que induce nódulos; de ahí su nombre vernacular (Moenz et al., 2009).

Los nematodos como *M. incognita* causan pérdidas del 14 % de la producción agrícola mundial, lo cual representa un tercio de las pérdidas atribuidas a plagas y enfermedades. Por tal motivo, se considera como el nematodo más común y destructivo de plantas. (Guzmán & Castaño, 2010)

La planta de albahaca es originaria de la india, (Briceño et al. 2013) siendo cultivada en Egipto y países de Europa durante cientos de años y estas eran empleadas para rituales, para embalsamar cadáveres, así como para uso culinario y medicinal. Actualmente se cultiva en todos los países del mundo. (Briseño et al., 2013; V. Fernández, 2003)

La albahaca presenta la siguiente clasificación taxonómica según Flores & Vilcapoma (2003):

Reino : Plantae
División : Magnolophyta
Subclase : Asteridae

Orden : Lamiales
Familia : Lamiaceae
Tribu : Ocimae
Género : *Ocimum*
Especie : *Ocimum basilicum* L.

La albahaca es una planta anual de altura de 20 a 25 cm. antes del primer corte y hasta 40 a 50 cm de altura en los siguientes cortes donde desarrollan de 3 a 5 tallos laterales, erectos y ramificados, hojas opuestas y pecioladas de forma oval lanceolada, con bordes ligeramente dentados, hojas de color verde intenso y de olor agradable. Flores blancas o blanco rosa, se encuentran en la parte superior del tallo o en los extremos de las ramas. Se propaga por estacas o semillas, se reproduce en climas áridos y semiáridos (Briseño et al., 2013; Ecosiembra, 2012; V. Fernández, 2003).

Es una planta que crece bien en suelos fértiles con buena exposición solar, requiere una fertilización al momento de la siembra de 80 a 120 unidades de nitrógeno, mientras que de fosforo y potasio requiere de 100 a 120 unidades (V. Fernández, 2003).

Dentro de los problemas fitosanitarios se presentan los gusanos de tierra, gusano minador (*Chrysodeixis includens*) nematodo (*Meloidogyne incognita*) (Reynafarge, 2011), y principales enfermedades el tizón (*Botrytis cinérea*), pudriciones radiculares (*Phytium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Phytophthora* spp. y *Fusarium* sp. (Gómez, 2008, citado por Reynafarge, 2011).

La variedad de albahaca ITALIKO “FT”, es una semilla libre de cascarilla y otras plagas, es resistente a diversas enfermedades como *Fusarium oxysporum*, presenta hojas de tamaño mediano, en forma de cuchara, de color verde oscuro, intensamente perfumadas, sin olor a menta. (La Semiorto Sementi, n.d.)

La cosecha se inicia aprox. A los 45 días desde la siembra, posteriormente se cosecha cada 30 días Los rendimientos de la albahaca son de 10 a 15 t/ha en fresco y de 3 a 5 t/ha en seco. (Lopez, 2005)

La hipótesis que se plantea es que al menos *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson o *Trichoderma* sp. tendrá mayor efecto en el control de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.)

El objetivo general fue, evaluar el efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y se consideró como objetivos específicos Determinar el efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.), comparar la efectividad de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y determinar el efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el rendimiento en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.).

II. METODOLOGÍA

El Proyecto de Investigación referido al efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) fue experimental porque se realizó en condiciones de campo (casamalla) en donde se realizaron las evaluaciones y fue de tipo aplicada porque se manipularon las variables dependiente e independiente, llevándose a cabo en las instalaciones de la empresa agroindustrial Viru S.A., ubicado en la provincia de Viru, Departamento La Libertad.

La presente investigación presento un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con tres tratamientos y dos repeticiones haciendo un total de 6 unidades experimentales.



Figura 1. Área experimental, con plantas de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) empresa agroindustrial Viru S.A.

Los hongos entomopatógenos que se utilizaron en los siguientes tratamientos se presenta en la tabla 1:

Tabla 1

Hongos entomopatógenos utilizados en los tratamientos para el control de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de Albahaca.

TRATAMIENTO	ENTOMOPATOGENOS	NUMERO DE APLICACIONES		
		10DS	26DS	41DS
		20kg/ ha	15kg/ha	15kg/ha
T ₀	Testigo	Sin aplicación	Sin aplicación	Sin aplicación
T ₁	<i>Paecilomices lilacinus</i>	1,25 kg/trat.	0,94 kg/trat.	0,94 kg/trat.
T ₂	<i>Trichoderma</i> sp.	1,25 kg/trat.	0,94 kg/trat.	0,94 kg/trat.

Fuente: Elaboración propia

Se realizo un análisis de suelo antes de iniciado las aplicaciones de los entomopatógenos para tener conocimiento de las poblaciones iniciales de *Meloidogyne* sp. se realizaron 30 muestras al azar, siendo 5 por cada tratamiento, cada muestra fue de 5 kg, en el caso de las raíces se hizo un muestreo al final de la campaña debido a que la cabellera radicular es muy pequeña y para el análisis se requiere de 100 gr de raíces y por el tamaño del sistema radicular de la planta al inicio del cultivo no presenta una cabellera radicular abúndate (Figura 2), el período vegetativo del cultivo de la albahaca fue de 54 días.

Las muestras fueron colectadas al azar, el área comprendida fue de 20 cm alrededor de la planta y a una profundidad de 20 cm, las muestras se depositaron en bolsas plástico, se llevaron para su respectivo análisis al laboratorio de nematología de la asociación de agricultores agroexportadores propietarios de terrenos de CHAVIMOCHIG (APTCH).



Figura 2. Cabellera radicular de la planta de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) empresa agroindustrial Viru S.A.

Se marcaron 5 plantas por cada tratamiento (Figura 3), para su evaluación respectiva, las evaluaciones se realizaron antes y después de cada aplicación para saber cómo van evolucionando las plantas de albahaca. Se evaluó el tamaño y diámetro de las plantas.



Figura 3. Plantas de albahaca marcadas para su evaluación respectiva

Las aplicaciones de *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* sp. se realizaron según la tabla 2.

Tabla 2

Momentos de aplicación de *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* sp. en el cultivo de albahaca (*Ocimum bacilicum* L.).

MOMENTOS DE APLICACION	
Nº APLICACION	DIAS DE CULTIVO
1	10 días de cultivo
2	26 días de cultivo
3	41 días de cultivo

En el campo experimental donde se realizó el proyecto de investigación, se empezó eliminando los restos de vegetación del cultivo de la campaña anterior, con la finalidad

que el suelo quede limpio para una germinación uniforme, posterior a esto se realizó la nivelación del suelo con ayuda de una rufa de esta manera evitar encharcamientos al momento del riego y así tener un fertirriego uniforme.

Se realizó el tendido de mangueras (Figura 4) y después se procedió a la siembra de forma directa y mecanizada (Figura 5) donde se empleó 8 kg por hectárea de semilla de albahaca. Las plantas germinaron a los tres días (Figura 6) después de realizado la siembra.



Figura 4. Riego previo a la siembra de albahaca en el campo experimental.



Figura 4. Siembra mecanizada de albahaca en el campo experimental



Figura 5. Riego y germinación de albahaca en el campo experimental

Durante el desarrollo del cultivo de albahaca se presentaron problemas fitosanitarios y se realizaron aplicaciones mecanizadas para las plagas como son: *Spodoptera* spp. Gusano de tierra y enfermedades como mildiu y botritis.

El suelo donde se instaló el cultivo de albahaca fue arenoso, se agregó 50 TM de materia orgánica antes de la instalación del cultivo, posteriormente durante el desarrollo del cultivo se realizaron 3 aplicaciones de fertilizantes según tabla 3 y 4:

Tabla 3

Fertilización y dosis del cultivo de albahaca (Ocimum bacilicum L.).

Fertilización	Kg/ha	1° aplicación	2° aplicación	3° aplicación
		5 días de cultivo	20 días de cultivo	35 días de cultivo
N	100 kg	30 kg	40 kg	30 kg
P	90 kg	70 kg	20 kg	
k	120 kg	50 kg	50 kg	20 kg

Tabla 4

Tipos y unidades de fertilizantes empleados en el cultivo de albahaca (Ocimum bacilicum L.).

FERTILIZANTES	CANTIDAD TOTAL KG	TIPO DE SOLUCIÓN (A/B/C)	LITROS DE SOLUCION (A/B)	LITROS DE SOLUCIÓN (C)	UNIDADES DE FERTILIZANTE/ HA					
					N	P2O5	K2O	MgO	CaO	B
Ácido bórico	10									10
Ácido fosfórico	90					90				
Cloruro de potasio estándar blanco	120						120			
Nitrato de calcio soluble	20	A/C	540	65	8.5				11.5	
Sulfato de magnesio soluble	9.4							9.4		
Urea agrícola	80				80					

La aplicación de los tratamientos con *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* sp. se realizaron a los 10, 26 y 41 días después de la siembra a la dosis de 20,15 y 15 kg/ha respectivamente, días previo a la aplicación de los tratamientos se realizó el muestreo nematológico y posteriormente se realizaron las evaluaciones a los 7, 24, 38 y 54 días de germinado el cultivo de albahaca (Figura 7). La cosecha se realizó a los 55 días, en forma mecanizada según Figura 7.



Figura 7. Medición de altura y diámetro de las plantas de albahaca



Figura 8. Cosecha mecanizada de albahaca en el campo experimental.

Después del procesamiento y análisis estadístico de la información se realizó los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas (ANOVA) con la prueba de Levene, para cada una de las variables en estudio.

III. RESULTADOS

Efecto de la aplicación de *Paecilomices lilacinus* y *Trichoderma* sp. en el control del grado de infestación del nematodo *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca. Empresa Agroindustrial, Virú S.A. 2021

Tabla 5

Grado de infestación del nematodo *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca por tratamientos. Empresa Agroindustrial, Virú. 2021.

Grado de infestación	Infestación con <i>Meloidogyne</i> sp. por tratamiento							
	<i>P. lilacinus</i>		<i>Trichoderma</i> sp.		Testigo		Total	
	f	%	f	%	f	%	f	%
Bajo 1	9	45.0	8	40,0	0	0,0	17	28.3
Medio 2	10	50.0	8	40,0	5	25.0	23	38.4
Medio 3	1	5.0	4	20,0	15	75.0	20	33.3
Total	20	100.0	20	100.0	20	100.0	60	100,0

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2020.

$$\chi^2 = 26.540$$

$$p=0.000$$

$$p<0.05$$

En la tabla 3 y después de calcular la prueba Chi Cuadrado para homogeneidad, se logra el $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.000$, $p<0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para **m** la hipótesis nula (H_0 : La proporción del grado de infestación no difiere según los tratamientos). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia el grado de infestación es diferente para los tratamientos aplicados.

Por lo que podemos decir que se presenta menos grado de infestación con nematodos en el tratamiento *Paecilomices lilacinus* con un nivel Medio 3 de 5% de infestación,

seguido por el tratamiento *Trichoderma* sp. con un nivel Medio 3 de 20.6% de infestación y con mayor nivel Medio 3 en el testigo con 75% de infestados. Finalmente apreciamos que el tratamiento que controla mejor a los nematodos es el *Paecelomices lilacinus*.

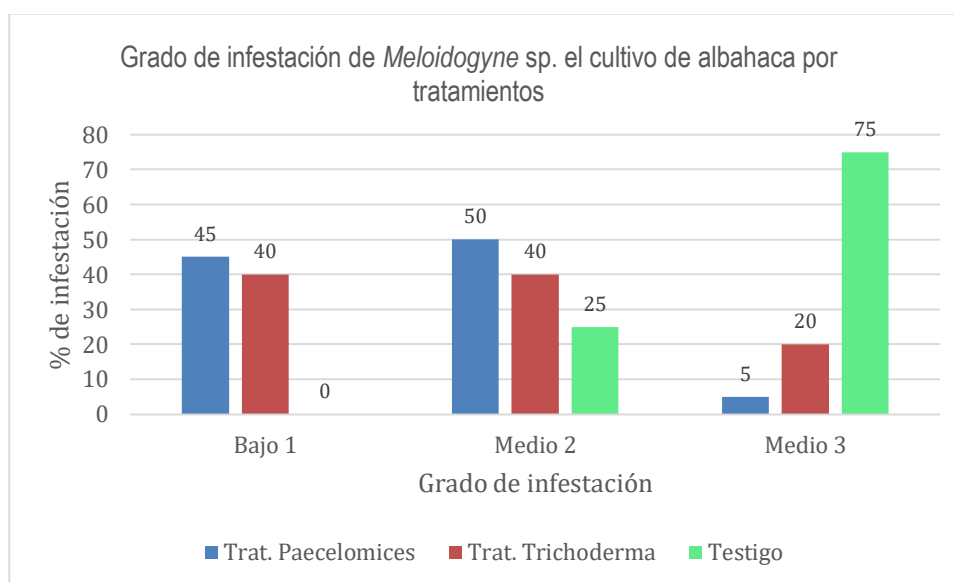


Figura 9. Grado de infestación de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca por tratamientos

Tabla 6

Grado de infestación de nematodos en el cultivo de albahaca por día de evaluación. Empresa Agroindustrial, Virú. 2021.

Grado de infestación	Infestación con <i>Meloidogyne</i> sp. por día de evaluación								Total	
	Día 7		Día 24		Día 38		Día 54			
	f	%	f	%	f	%	f	%	f	%
Bajo 1	0	0.0	0	0.0	7	46.7	10	66.7	17	28.3
Medio 2	11	73.3	9	60.0	3	20.0	0	0.0	23	38.4
Medio 3	4	26.7	6	40.0	5	33.3	5	33.3	20	33.3
Total	15	100.0	15	100.0	15	100.0	15	100.0	60	100.0

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

$$\chi^2 = 32.154$$

$$p=0.000$$

$$p<0.05$$

En la tabla 3 y después de calcular la prueba Chi Cuadrado para homogeneidad, se logra el $p\text{-value} < \alpha$ ($p=0.000$, $p < 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para rechazar la hipótesis nula (H_0 : La proporción del grado de infestación no difiere según los días de evaluación). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia el grado de infestación es diferente en para los días de evaluación.

Por lo que podemos decir que se presenta menos grado de infestación con nematodos cuando la evaluación se realiza a los 38 y 54 días con un nivel Medio 2 de infestación de 20% y 23% de infestación respectivamente, mientras que a los 7 y 24 días de evaluación este Nivel 2 de infestación que se registra es de 73.3% y 60% de infestación respectivamente. Finalmente podemos decir que a mayor día de evaluación el nivel o grado de infestación disminuye.

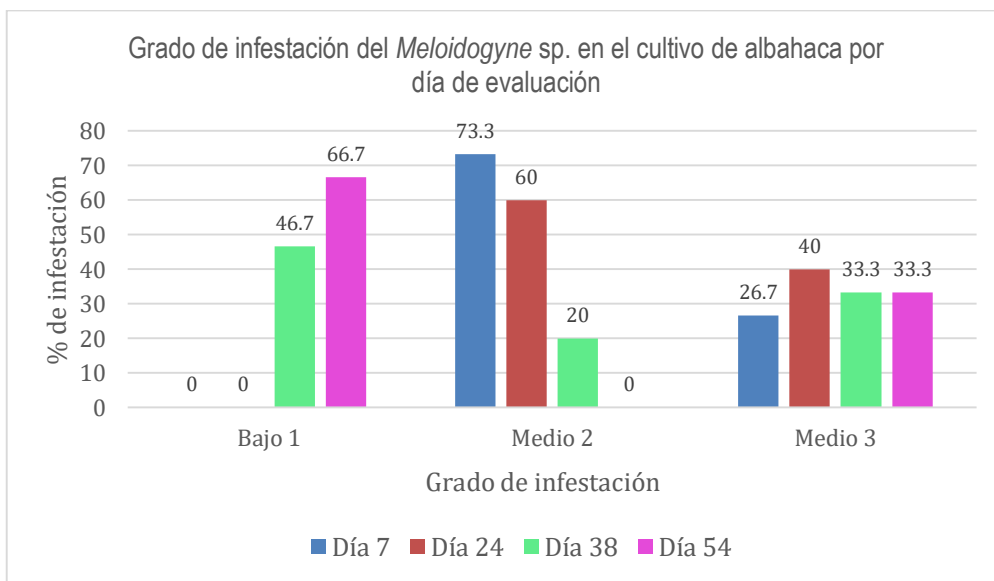


Figura 10. Grado de infestación de *Meloidogyne* sp. en el cultivo de albahaca por día de evaluación

Efecto de la aplicación de *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* sp. en el cultivo de albahaca. Empresa Agroindustrial, Virú S.A. 2021.

Tabla 7

Altura de la planta (cm) de albahaca por tratamiento según días de evaluación. Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.

Día de evaluación	Altura de planta por tratamiento		
	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Testigo
7	0.95	0.92	0.79
24	3.16	2.71	2.58
38	26.07	25.87	20.39
54	38.67	38.74	28.00

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

En la tabla 4 se puede apreciar que la altura de las plantas con aplicación del *Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* sp. es menor a los 7 días de evaluación y es mayor a los 54 días de evaluación.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.422$ y $p > 0.05$) la altura media de las plantas de albahaca en cada tratamiento) se procedió a realizar la prueba ANOVA (Anexo tabla 2), Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia la altura media de las plantas de albahaca, en los diferentes tratamientos, son iguales. Es decir, existe una diferencia significativa entre las alturas de las plantas de albahaca

Tabla 8

Diámetro de la planta (cm) de albahaca por tratamiento según días de evaluación.
 Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.

Día de evaluación	Diámetro de planta por tratamiento		
	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Testigo
7	0.09	0.08	0.07
24	0.17	0.16	0.14
38	0.25	0.24	0.15
54	0.41	0.42	0.27

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

En la tabla 5 se puede apreciar que el Diámetro de las plantas con aplicación de *Paecilomices lilacinus* y *Trichoderma* sp. es menor a los 7 días de evaluación y es mayor a los 54 días de evaluación.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.579$ y $p > 0.05$) el diámetro medio de las plantas de albahaca en cada tratamiento se procedió a realizar la prueba ANOVA (Anexo tabla 3), por lo que podemos concluir que con un nivel de 5% de significancia el diámetro medio de las plantas de albahaca, en los diferentes tratamientos, son iguales, es decir, no existe una diferencia significativa entre los diámetros de las plantas de albahaca.

Tabla 9

Longitud de Raíz de las plantas de albahaca por tratamiento según día de evaluación.
 Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.

Día de evaluación	Longitud de Raíz de planta por tratamiento		
	<i>P. lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Testigo
7	2.14	2.41	1.70

24	6.49	5.17	4.10
38	7.97	6.56	4.92
54	8.04	6.75	4.70

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

En la tabla 6 se puede apreciar que la Longitud de Raíz de las plantas con aplicación de *Paecilomices lilacinus* y *Trichoderma* sp es menor a los 7 días de evaluación y es mayor a los 54 días de evaluación.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.554$ y $p > 0.05$) la longitud media de la Raíz de las plantas de albahaca en cada tratamiento (*Paecilomices lilacinus*, *Trichoderma* sp. y testigo) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 10

Cálculo de la prueba de Duncan para verificar cuál de las longitudes de las raíces de las plantas de albahaca son diferentes.

Tratamiento	Subconjunto para alfa = 0,05	
	1	2
Testigo	3.8550	
<i>Trichoderma</i> sp.		5.2225
<i>Paecilomices lilacinus</i>		6.1600

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

Paecilomices lilacinus 6.1600..... a

<i>Trichoderma</i> sp.	5.2225..... a
Testigo	3.8550..... b

En la tabla 7 después de realizar la prueba de Duncan podemos apreciar que la mayor longitud de raíz de la planta de albahaca corresponde a los tratamientos *Paecilomices lilacinus* (6.1600) y *Trichoderma* sp. (5,2225) y las cuales se pueden considerar significativamente iguales, seguido de la longitud de raíz del patrón o testigo (3.8550) la cual es la que nos presenta menor longitud.

Efecto de la aplicación de *Paecilomices lilacinus* y *Trichoderma* sp. en el rendimiento (en Kg) del cultivo de albahaca. Empresa Agroindustrial, Virú S.A. 2021.

Tabla 11

Rendimiento en kilogramos (Kg) de las plantas de albahaca por tratamiento. Cultivo de albahaca. Empresa Agroindustrial Agrícola Virú S.A. 2021.

Rendimiento de planta por tratamiento		
<i>Paecilomices lilacinus</i>	<i>Trichoderma</i> sp.	Testigo
209.0	205.3	195.4
200.9	203.2	196.1
190.6	201.9	190.2
209.7	207.0	197.9
196.4	192.2	199.0
TOTAL 1006.60	1009.6	978.6

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

En la tabla 8 se puede apreciar que el rendimiento en Kg. de las plantas son ligeramente mayores cuando se aplica el tratamiento de *Paecilomices lilacinus* y *Trichoderma* sp.

Después de verificar el cumplimiento de los supuestos de normalidad con Shapiro – Wilk (con un $p > 0.05$ para cada tratamiento) y homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene ($p = 0.202$ y $p > 0.05$) del rendimiento medio de las plantas de albahaca en cada tratamiento (*Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* y testigo) se procedió a realizar la prueba ANOVA

Tabla 12

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de los diámetros de las plantas albahaca por tratamiento.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	116,933	2	58,467	1,566	,249
Error	448,155	12	37,346		
Total	565,088	14			

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

En la tabla 9 se puede visualizar que para los rendimientos medios en Kg. de las plantas de albahacas después de aplicar los tratamientos (*Paecilomyces lilacinus* y *Trichoderma* y testigo) el $p\text{-value} > \alpha$ ($p = 0.249$, $p > 0.05$) entonces podemos decir que los datos muestran suficientes evidencias para aceptar la hipótesis nula (H_0 : Rendimiento medios (kg) de las plantas de albahaca son iguales). Por lo que podemos concluir que con nivel de 5% de significancia el rendimiento medio (en Kg.) de las plantas de albahaca, en los diferentes tratamientos, son iguales. Es decir, no existe una diferencia significativa entre los rendimientos (Kg) de las plantas de albahaca.

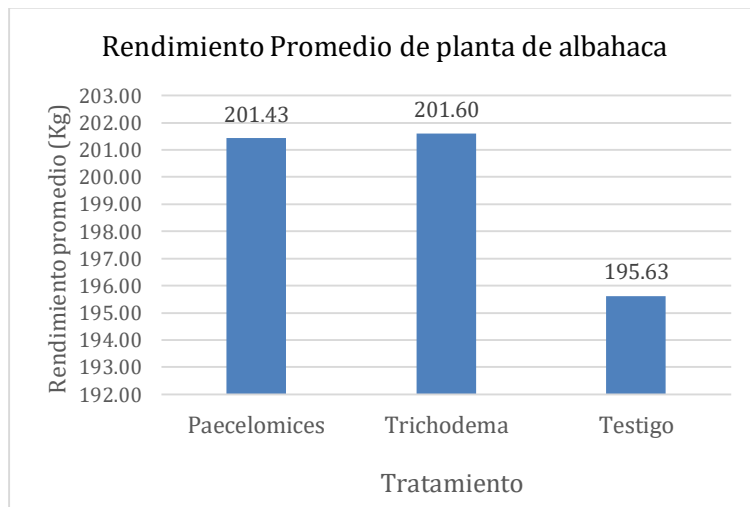


Figura 11. Rendimiento promedio de plantas de albahaca según tratamiento

IV. ANALISIS Y DISCUSION

Después de observar los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación sobre el efecto de *Paecilomyces lilacinus* (Thom.) Samson y *Trichoderma* sp. en el control de *Meloidogyne* sp. en albahaca (*Ocimum basilicum* L.) se tiene que en los tratamientos realizados se presenta menos grado de infestación con *Meloidogyne* sp. en el tratamiento *Paecilomyces lilacinus* con 5% de infestación, seguido por el tratamiento *Trichoderma* sp. con 20.6% de infestación y con mayor infestación el testigo con 75%, se tiene que el tratamiento que controla mejor a *Meloidogyne* sp. es con *Paecilomyces lilacinus*, coincidiendo con Bermúdez (2017) quien menciona que se presentó la infestación más baja haciendo uso de *Paecilomyces lilacinus* igualmente Pinzón *et al.* (2017) indicaron que las infestaciones de *Meloidogyne* sp. se redujo significativamente en 42% cuando se hizo la aplicación de *Trichoderma Harzianum*.

Los indicadores de evaluación considerados en el presente trabajo como son altura de la planta, se tienen 38,67cm con *P. lilacinus*, 38,74 cm con *Trichoderma* sp. y 28,00 cm en el testigo; en el caso del diámetro de la planta se tiene con *P. lilacinus* 0,41 cm, con *Trichoderma* sp. 0,42 cm y con el testigo fue de 0,27 cm, y en la longitud de las raíces se tiene 8,04 cm con *P. lilacinus*, 6,75 cm con *Trichoderma* sp. y con el testigo fue de 4,70 cm, en todos los casos se tiene después de realizado la prueba de ANOVA con un 5% de significancia que no presentan diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, pero si presenta diferencias significativas entre tratamientos y testigo, de manera que coincide con Bermudez (2017), Schen (2004) quienes con la aplicación de *Paecilomyces lilacinus* se obtuvieron mayor longitud de raíces, mayor desarrollo del diámetro del tallo, mayor longitud del tallo en zapallo y mejor forma y color del fruto del tomate respecto al testigo, además coinciden con Pinzón *et al.* (2015) y Shanon *et al.* (2001) con el tratamiento de *Trichoderma* sp. quienes obtuvieron un incremento significativo en la altura de la planta e incremento de la biomasa total respecto al testigo en el cultivo de tomate, igualmente coincide con Santana (2016) con la aplicación de *Trichoderma harzianum* se logró un incremento significativo en la longitud y diámetro del tallo respecto al testigo.

En relación a los resultados referidos al rendimiento de albahaca se obtuvieron los valores por tratamientos siendo el T₀ (testigo) con 978,6 kg, T₁ (*P. lilacinus*) con 1015,6 kg y el T₂ (*Trichoderma* sp.) con 1009,6 kg y estos resultados llevados a hectáreas se obtuvieron los siguientes resultados T₀ con 15,66 TM/ha, T₁ 16, 15 TM/ha y el T₂ con 16,25 TM/ha respectivamente, obteniéndose el mejor resultado con el T₂, en todos los casos, después de realizado la prueba de ANOVA con un nivel de 5 % de significancia el rendimiento de albahaca, en los diferentes tratamientos estadísticamente son iguales es decir, no existe una diferencia significativa entre los diferentes rendimientos, concordando estos resultados con Bermúdez (2017) quien con el tratamiento de *Paecilomyces lilacinus* obtuvo los mayores rendimientos respecto al testigo.

V. CONCLUSION Y RECOMENDACIÓN

Considerando el análisis y discusión de los resultados del trabajo de investigación, se llegó a la siguiente conclusión:

De los tratamientos realizados se tiene que el menor grado de infestación se obtuvo con el T₁ (*Paecilomices lilacinus* (Tom) Samson) con un grado de infestación del 5 % llegando a la conclusión que el tratamiento T₁ fue el que presentó los niveles de eficacia más altos en el control del nematodo *Meloidogyne* sp.

A la cosecha se tuvo que en altura de planta y diámetro de la planta de albahaca estadísticamente no hubo diferencias significativas, presentaron los mismos resultados en los tratamientos, diferenciándose del testigo, siendo los resultados de 38,67 y 38,74 cm en altura de planta y 0,41 y 0,42 cm en diámetro de planta respectivamente, llegando a la conclusión que el T₁ y T₂ tanto en altura y diámetro de planta presentaron los niveles más bajos de severidad, en lo referente a la longitud de la raíz el T₁ se obtuvo 8,04 cm seguido del T₂ con 6,75 cm, lo que se concluye que el tratamiento T₁ (*Paecilomices lilacinus*) fue el que presentó el nivel más bajo de severidad.

En el rendimiento de albahaca (*Ocimum basilicum* L) con el T₁ se obtuvo 16,20 TM/ha y 16,25 con el T₂, lo que significa que estadísticamente no hay diferencias significativas, llegando a la conclusión que con el T₁ (*Paecilomices lilacinus*) y T₂ (*Trichoderma* sp.) se obtienen los mejores resultados en el rendimiento de albahaca.

Se recomienda realizar trabajos de investigación en otros cultivos

Recomendamos continuar con los trabajos de investigación con entomopatógenos en diferentes cultivos de exportación debido a que no dejan residuos tóxicos en los cultivos.

VI. DEDICATORIA

Este título está dedicado para mis padres que soñaron ver a su hijo ser un profesional, para ellos que día a día han luchado para sacarme adelante y darme la fortaleza cuando más lo necesito para ellos que son mi razón de ser.

También para mi novia que ha estado conmigo siempre acompañándome y dando aliento a seguir estudiando y no retrasarme. Este título está dedicado para mí que es una recompensa a mi esfuerzo y es la fuerza a seguir adelante cosechando otros objetivos.

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradecer a dios sobre todas
las cosas, a mis padres y hermanos que siempre
han estado a mi lado a pesar de las dificultades de
la vida y enseñarme a salir adelante a pesar de los
tropiezos y los problemas, agradezco a mi asesor
por brindarme la confianza y enseñarme en el
ámbito profesional ser un líder y sobresalir en
la competencia laboral.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bermúdez, E. (2017). *Efecto de la aplicación de Paecilomyces lilacinus en el control de Meloidogyne incognita en el cultivo de zapallo (Cucúrbita pepo L.) en condiciones de casa malla, en el valle de Virú – La Libertad* [Universidad Nacional del Santa].

<http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3062/47034.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Briseño, E., Aguilar, M., & Villegas, J. (2013). *El cultivo de la albahaca*.

Btaszczyk, L., Siwulski, M., Sobiewralki, K., Lisieck, J., & Jedryczka, M. (2014). Trichoderma spp., application and prospect for use in organic farming and industry. *Journal of Plant Protection Research*, 54.

<http://www.plantprotection.pl/Trichoderma-spp-application-and-prospects-for-use-in-organic-farming-and-industry,93508,0,2.html>

Cano, A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, Trichoderma spp. y Pseudomonas spp. una revisión. *UDCA*, 14, 15–31.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>

Cañón, D., & Sanabria, S. (2017). *Evaluación de la acción de los hongos Paecilomyces lilacinus, Trichoderma harzianum y Lecanicillium lecanii sobre el nematodo Globodera pallida Stone (Behrens) en plantas de papa variedad criolla galeras*. [Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales].

<https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/764/1/Trabajo de Grado Tesis Escrito.pdf>

CIBA Geigy. (1981). Manual para ensayos de campo en proteccion vegetal. p.30-32

<https://www.worldcat.org/title/manual-para-ensayos-de-campo-en-proteccion-vegetal/oclc/299945584>

Díaz, G. (2015). *Efecto de tres concentraciones de follaje de Chenopodium*

- ambrosoides* sobre la población de *Meloidogyne incognita* en *Asparagus officinalis* cv. UC-157 F1 cultivado en invernadero [Universidad Nacional de Trujillo]. [http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4536/Díaz Zúñiga%2C Gilberto Jesús.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4536/Díaz%20Zúñiga%20Gilberto%20Jesús.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ecosiembra. (2012). *Cultivo de Albahaca*.
<http://ecosiembra.blogspot.com/2012/03/cultivo-de-albahaca.html>
- Fernández, F. (2015). *Efecto de Beauveria bassiana sobre Meloidogyne Incognita en el número de nódulos radiculares en plantas de Capsicum annum L. cv. Piquillo cultivadas en invernadero* [Universidad Nacional de Trujillo].
[http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4545/Fernández Bocanegra Francisco.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/4545/Fernández%20Bocanegra%20Francisco.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fernández, G., Cerna, L., & Chico, J. (2016). *Eficacia de Paecilomyces lilacinus en el control de Meloidogyne incognita que ataca al cultivo de Capsicum annum “pimiento piquillo*. 20, 109–119.
<https://www.redalyc.org/pdf/2091/209155121001.pdf>
- Fernández, V. (2003). Estudios en domesticación y cultivo de especies medicinales y aromáticas nativas. *INIA*, 205–207.
- Flores, M., & Vilcapoma, G. (2003). *Botánica sistemática, guía de prácticas*.
Universidad Nacional Agraria, La Molina.
- Garrido, M., & Vilela, N. (2019). Capacidad antagónica de trichoderma Harzianum frente a Rhyzoctonia, Nakatea sigmoidea, Sclerotium rolfsii y su efecto en cepas nativas de Trichoderma aisladas de cultivos de arroz. *Scientia Agropecuaria*, 10. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172019000200006&script=sci_arttext
- Guzmán, O., & Castaño, J. (2010). Identificación de Nematodos Fitoparásitos en Guayabo (*Psidium guajava* L.), en el Municipio de Manizales (Caldas), Colombia. *Acad*, 34, 117–125.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4076452>

Hernández, D., Ferrera, R., & Alarcón, A. (2019). *Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial*. 35.

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100098

La Semiorto Sementi. (n.d.). *ITALIKO "FT"*. <https://www.semiorto.net/copia-di-home>

Lopez, A. (2005). *Prueba de adaptación y rendimiento de cuatro variedades de albahaca (Ocimum basilicum L.) manejadas orgánicamente con cuatro niveles de bokashi* [Universidad de las Fuerzas Armadas].

[https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5420/1/T-ESPE-IASA I-003026.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5420/1/T-ESPE-IASA-I-003026.pdf)

Mendoza, G., Wilson, J., & Colina, J. (2013). Efecto de *Trichoderma atroviride*, *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma viride* sobre huevos de *Meloidogyne* sp. Em condiciones de laboratorio. *Revista Científica de La Facultad de Ciencias Biológicas*, 1, 65. <https://core.ac.uk/download/pdf/267888725.pdf>

Mesa, A., Marín, A., & Calle, J. (2019). Metabolitos secundarios en *Trichoderma* spp. y sus aplicaciones biotecnológicas agrícolas. *Actual. Biol.*, 41, 32–44. <http://www.scielo.org.co/pdf/acbi/v41n111/0304-3584-acbi-41-111-32.pdf>

Moenz, M., Perry, R., & Starr, J. (2009). *Meloidogyne species-a diverse group of novel and important plant parasites*. <https://pdfs.semanticscholar.org/b577/3a22f595438a5e10ac8d1a9c0f902d5a5d42.pdf>

Monzon, A. (2009). *Guía: uso y manejo de Paecilomyces lilacinus para el control de nematodos*. Universidad Nacional Agraria.

- Ortiz, R., Guzmán, O., & Leguizamón, J. (2015). *Manejo integrado de nematodo el nudo radical (Meloidogyne incognita (Kofoid & White) Chitwood y Meloidogyne mayaguensis Rammh & Hirschmann, en almácigos de guayabo (Psidium guajava L.) variedad Palmira ICA-1.*
<http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v19n2/v19n2a07.pdf>
- Park, J., Hargreaves, J., McConville, E., Stirling, G., Ghisalberti, E., & Sivasithamparam, K. (2004). *Production of leucinostatins and nematicidal activity of Australian isolates of Paecilomyces lilacinus (Tom) Samson. 4, 271–276.* <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15214724/>
- Pinzón, L., Candeleró, J., Tun, J., Reyes, V., & Cristóbal, J. (2015). Control de *Meloidogyne incognita* en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con la aplicación de *Trichoderma harzianum*. *Fitosanidad, 19*, 5–11.
<https://www.redalyc.org/pdf/2091/209146971001.pdf>
- Reynafarje, X. (2011). *Evaluación de cultivares de albahaca (Ocimum basilicum L.) e incorporación de residuos de cosecha en producción orgánica en el valle de Mala* [Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://www.lamolina.edu.pe/hortalizas/Investigacion/Tesis/Tesis Sustentadas/Resumen Ximena Reynafarje.pdf>
- Saire, L. (2017). *Productos químicos alternativos e ingredientes activos comercialmente nuevos para el control de Meloidogyne incognita en tomate en invernadero* [Universidad Nacional Agraria La Molina].
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2955/H10-S357-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, G., & Vergara, C. (2009). *Plagas de los frutales*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Santana, Y., Del Busto, C., Rodríguez, M., Rodríguez, F., & Maqueira, D. (2016). Interacción de *Trichoderma harzianum* y *Azadirachta indica* A. Juss. Sobre una

- población de *Meloidogyne* spp. en plántulas de *Solanum lycopersicum* L.
Protección Veg, 31.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522016000200006
- Schenck, S. (2004). *Control of nematodes in tomato with Paecilomyces lilacinus Strain 251*. <https://www.hawaiiag.org/harc/VEG5.pdf>
- Sharon, E., Bar, M., Chet, I., Herrera, A., Kleifeld, O., & Spiegel, Y. (2001). Biological control of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* by *Trichoderma harzianum*. *Biological Control*, 91, 687–693.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18942999/>
- Vásquez, J. (n.d.). *Trichoderma harzianum: características, morfología y reproducción*. <https://www.lifeder.com/trichoderma-harzianum/>

VIII. ANEXOS

Tabla 1

Operacionalización de las variables

Variables	Definición operacional	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V.I.:					
Hongos entomopatógenos	Hongos que producen una patogénesis letal o muy seria en insectos o arácnidos	Se denominan hongos entomopatógenos a un grupo amplio de micro organismos que proveen múltiples servicios a los sistemas agroecológicos y presentan la capacidad de regular las plagas a niveles adecuados. Delgado, P. y Murcia-Ordoñez, B. (2011)	<i>Paecilomyces lilacinus</i> y <i>Trichoderma</i> sp.	Porcentaje de control de acuerdo al grado de infestación de <i>Meloidogyne</i> sp. ADA y DDA	Razón
V.D.:					
<i>Meloidogyne</i> sp	Parásito importante de plantas es un nemátodo del nódulo de raíz, prefiere atacar la raíz de la planta huésped.	Los nematodos del género <i>Meloidogyne</i> conocidos por su habilidad para producir cambios fisiológicos en el sistema radicular de las plantas y causar pérdidas en la absorción de nutrientes afectando su crecimiento y producción. Wishart, <i>et al.</i> (2002)	Infestación de <i>Meloidogyne</i> sp.	Grado de infestación de <i>Meloidogyne</i> sp. ADA y DDA	Razón
Rendimiento	Es la relación de la producción total de un cierto cultivo cosechado por		Producción	Altura de planta Diámetro de planta Longitud de raíz	Razón Razón Razón

hectárea de terreno y se mide
en TM/ha.



Figura 1. Croquis del Experimento

Tabla 2

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de las alturas de las plantas albahaca por tratamiento.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	47,003	2	23,501	2,799	,138
Día de evaluación	2501,765	3	833,922	99,325	,000
Error	50,375	6	8,396		
Total	2599,143	11			

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

Tabla 3

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de los diámetros de las plantas albahaca por tratamiento.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	,012	2	,006	4,826	,056
Día de evaluación	,134	3	,045	35,936	,000
Error	,007	6	,001		
Total	0.153	11			

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.

Tabla 4

Cálculo de la prueba ANOVA para verificar las diferencias entre las medias de los Longitud de Raíz de las plantas albahaca por tratamiento.

Origen	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig
Tratamiento	10,749	2	5,375	11,908	,008
Día de evaluación	38,959	3	12,986	28,772	,001
Error	2,708	6	,451		
Total	52.416	11			

Fuente: Cultivo de albahaca, Virú 2021.