



UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS
"JOSÉ MARTÍ PÉREZ"
FACULTAD DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE AGRONOMÍA



CUM Alberto Fernández Meneses, La Sierpe

Carrera Ingeniería Agrónoma

TRABAJO DE DIPLOMA

Titulo Uso de alternativas biológicas en el control de nematodos Meloidogyne spp en cultivos protegidos de pepino.

Title: Use of biological alternatives in the control of Meloidogyne spp nematodes in protected cucumber crops.

Autora: Marianela Zubiaurre Luna

Tutora: MSc. Lourdes Madrigal Carmona

Sancti Spíritus
Año 2022

Copyright© UNISS

Este documento es Propiedad Patrimonial de la Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, y se encuentra depositado en los fondos del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez” subordinada a la Dirección de General de Desarrollo 3 de la mencionada casa de altos estudios.

Se autoriza su publicación bajo la licencia siguiente:

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

Atribución- No Comercial- Compartir Igual



Para cualquier información contacte con:

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación “Raúl Ferrer Pérez”.

Comandante Manuel Fajardo s/n, Olivos 1. Sancti Spíritus. Cuba. CP. 60100

Teléfono: 41-334968

PENSAMIENTO

La tierra es la gran madre de la fortuna, labrarla es ir derechamente a ella. La tierra es perpetua; séanlo las fuerzas que a vivir en la tierra se apliquen"

José Martí

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de las alternativas biológicas: *Trichoderma harzianum* A-34 y biofumigación mediante hojas del neem, en la incidencia de nematodos sobre el cultivo protegido de pepino se diseñó un experimento completamente aleatorizado en la UEB de Aseguramiento y Servicios Cultivos protegidos La Quinta, perteneciente al Ministerio de la Agricultura, en el periodo de los meses Diciembre 2021 a Marzo 2022 en la casa de cultivo protegido N°1 de 0.054 ha, previamente cosechada de pepino de la variedad Pepino Inivit 2007. Se preparó el suelo con materia orgánica semi-descompuesta a razón de 4.5 kg /m², y hojas de Neem trituradas a 2.5 kg /m², y se incorporó el preparado fresco de *Trichoderma harzianum* de cepa A-34 a razón de 10 kg/ha-1 con una concentración de 2×10^9 conidios ml⁻¹ esporas/ ml (a través del fertirriego), y un control. Se determinó el índice y la gradología presente y las evaluaciones se realizaron en el momento de la cosecha. Los mejores resultados se obtuvieron con el tratamiento con *Trichoderma Harzianum*, logrando la disminución de la gradología y el control del índice de infestación, destacándose un incremento del rendimiento agrícola sobre el tratamiento control de 10,1 kg planta⁻¹.

Palabras Clave: Alternativas biológicas nematodos, pepino, cultivos protegidos

ASBTRAC

With the objective of evaluating the effect of the biological alternatives: *Trichoderma harzianum* A-34 and biofumigation through neem leaves, on the incidence of nematodes on the protected cucumber crop, a completely randomized experiment was designed in the UEB of Assurance and Protected Crop Services. La Quinta, belonging to the Ministry of Agriculture, in the period from December 2021 to March 2022 in the protected cultivation house №1 of 0.054 ha, previously harvested cucumber of the Pepino Inivit 2007 variety. The soil was prepared with organic matter semi-decomposed at a rate of 4.5 kg /m², and crushed Neem leaves at 2.5 kg /m², and the fresh preparation of *Trichoderma harzianum* strain A-34 was incorporated at a rate of 10 kg ha⁻¹ with a concentration of 2x 10⁹ conidia ml⁻¹ spores/ml (through fertigation), and a control. The index and the present gradology were determined and the evaluations were carried out at the time of harvest. The best results were obtained with the treatment with *Trichoderma Harzianum*, achieving a decrease in gradology and control of the infestation index, highlighting an increase in agricultural yield over the control treatment of 10.1 kg plant⁻¹.

Keywords: Biological alternatives nematodes, cucumber, protected crops

Índice

| | |
|---|----|
| INDICE | |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 3 |
| 1.1 LAS CASAS DE CULTIVOS PROTEGIDOS..... | 3 |
| 1.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CULTIVO DEL PEPINO. | 6 |
| 1.3. Requerimientos edafoclimáticos | 8 |
| 1.4 PRINCIPALES AFECTACIONES FITOSANITARIAS. | 9 |
| 1.5 IMPORTANCIA ECONÓMICA | 11 |
| 1.6 MANEJO DE NEMATODOS | 14 |
| 1.9 Uso de Nematicidas de Origen Botánico | 15 |
| CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS. | 18 |
| 2.1 Generalidades..... | 18 |
| 2.2 Estadística | 22 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 24 |
| 3.1 Efectos de los tratamientos empleados sobre la gradología..... | 24 |
| 3.2 Efectos de los tratamientos empleados sobre el índice de infestación. .. | 25 |
| 3.3 Efectos de los tratamientos empleados sobre el diámetro del fruto (mm) | 26 |
| 3.4 Efectos de los tratamientos empleados sobre la longitud del fruto (cm) . | 26 |
| 3.5 Efectos de los tratamientos empleados sobre el rendimiento (kg plantas ⁻¹) | 27 |
| CONCLUSIONES..... | 28 |
| RECOMENDACIONES | 29 |
| BIBLIOGRAFÍA | 30 |

INTRODUCCIÓN

El cultivo protegido se reconoce hoy día como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año. La importancia del mismo ha crecido, gracias al interés del productor por dominar la tecnología y obtener resultados satisfactorios (Largo et al 2012).

La producción protegida de hortalizas se inició en Cuba hacia finales de los años noventa como parte de las estrategias del Ministerio de Agricultura para disminuir la importación de hortalizas hacia el consumo del turismo y producir vegetales en el país durante la mayor partedel año González Govea, L. (2019).

El auge del cultivo protegido en Cuba, se inicia a partir de la transferencia de tecnologías de otros países, principalmente Israel y España, con invernaderos o casas de cultivo tipo con uso de híbridos de alto potencial productivo Casanova, A.S y Hernández J.C (2019)

Desde sus inicios, en la transferencia de tecnología se consideró que los nematodos formadores de agallas del género *Meloidogyne* no serían un problema dada la utilización de híbridos con resistencia a estos nematodos en sus países de origen y la aplicación de sustancias fumigantes como bromuro de metilo. Companioni et al (2019).

Sin embargo, la mayoría de las hortalizas bajo cultivo protegido en la actualidad, presentan problemas de plagas donde estos nematodos ocupan un lugar importante al afectar la producción y calidad. Casanova, A.S y Hernández J.C (2019)

El género *Meloidogyne* incógnita [(Kofoid & White) & White) produce una clorosis, que comienza por las hojas inferiores con afectaciones de los espacios internerviales, flacidez de los folíolos y muerte prematura de las plantas. Los daños en las raíces se presentan en formas de agallas abundantes con su consiguiente deterioro. Groover et al (2019).

En los últimos años el problema de nematodos ha crecido notablemente en los cultivos hortícolas y sobre todo bajo invernadero. Ello está relacionado a las condiciones ambientales que se generan en los invernaderos y por la baja

diversificación de cultivos a lo largo del año en el mismo lote productivo. Esta situación se presenta igualmente en el ámbito internacional, donde *Meloidogyne spp* se considera una limitante de las producciones de hortalizas. Grabau, Z. Jet al (2022).

Cabe destacar, que mientras avanzan las tecnologías agrícolas, las exigencias disciplinarias para su éxito son mayores, de tal manera, se debe buscar, desde el comienzo un buen manejo integrado para el control de plagas y enfermedades, lo cual reflejará, los altos rendimientos obtenidos después de cada ciclo de cosecha, aprovechando una modalidad de siembra, que permite lograr muy buenos resultados Vuelta-Lorenzo et al (2019).

Situación Problemática:

En los cultivos hortícolas de la UEB de Aseguramiento y Servicios Cultivos protegidos La Quinta inciden plagas que comprometen la producción, siendo los nematodos los de una incidencia significativa y que ha traído consigo un problema para lograr el control de estos.

Problema Científico

¿Qué efecto tendrá la aplicación de alternativas biológicas en la incidencia de *Meloidogyne spp* en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus L*)?

Hipótesis

La aplicación de *Trichoderma harzianum* y la biofumigación (hojas del Neem) en el manejo de nematodos agalladores (*Meloidogyne spp*), disminuye su incidencia en el cultivo protegido de pepino.

Objetivo General

Evaluar alternativas biológicas en la incidencia de nematodos sobre el cultivo protegido de pepino.

Objetivos Específicos

1. Disminuir la gradología que afecta al cultivo del pepino mediante la Biofumigación y la aplicación de *Trichoderma harzianum* cepa A-34.
2. Controlar el índice de infestación de *Meloidogyne spp* mediante la aplicación de las alternativas biológicas anteriores en condiciones de casas de cultivos.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1.1 LAS CASAS DE CULTIVOS PROTEGIDOS.

Camues Cuasque, I. R. (2019) plantea que se vive en continuo cambio tecnológico con tendencia de la agricultura intensiva a perfeccionar el manejo cultural y el máximo aprovechamiento del agua manteniendo la nutrición acorde al estado fenológico del cultivo, así como los programas de mejoramiento en el Caribe están destinados a crear variedades adaptadas a condiciones climáticas y podológicas variadas a fin de mejorar el rendimiento y su estabilidad y prolongar el período productivo.

Los cultivos protegidos son tecnologías agrarias modernas y promisorias que permiten extender los calendarios de cosecha de las hortalizas tradicionales, y aseguran su suministro fresco a la población y el turismo, inclusive en los períodos en que la oferta de la producción proveniente del campo abierto resulta en extremo limitada. Casanova, A.S y Hernández J.C (2019).

Cuba con calor la mayor parte del año y alta humedad relativa, decidió introducirla. Sin embargo, teniendo en cuenta las características del clima, a los diseños originales se les incluyeron modificaciones, buscando el llamado efecto “Sombrilla” que consiste en proteger a la planta de las altas radiaciones solares existentes, la lluvia y propiciar una gran aireación del cultivo (Armendáriz, et al 2017) de manera que pudieran producirse hortalizas, en especial tomate, durante todo el año y fundamentalmente en verano, en momentos en que resulta imposible lograrlo a cielo abierto.

Hoy Cuba lleva a cabo un intenso programa de desarrollo de cultivos protegidos, al que se destinan considerables recursos. Los objetivos primordiales son dos: recuperar las capacidades existentes, deterioradas por el paso por el país, desde 2005, de varios fenómenos meteorológicos de intensidad y crear nuevas áreas, dotadas de la tecnología adecuada y sus respectivos sistemas de riego que respondan a la demanda del mercado interno de alimentos. Además, es el único país del Caribe que ha desarrollado una tecnología de cultivo protegido apropiada para las condiciones Largo et al., (2012).

Muchas son las ventajas que estas instalaciones aportan a los cultivos de hortalizas, entre ellas se encuentran: cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad, aumento de la producción, obtención de productos de mejor calidad, mejor control de plagas y enfermedades, ahorro en agua de riego, sufrir menos riesgos catastróficos, trabajar con más comodidad y seguridad. Socarras et al (2018).

El sistema de cultivo protegido demanda el uso de cultivares híbridos F1 de tomate, de crecimiento indeterminado, para su cultivo vertical, con la finalidad de lograr mayor eficiencia en la instalación, éstos permiten la combinación de características como: alta productividad, calidad del fruto y resistencia simultánea a diversos patógenos. No obstante, en ocasiones puede ser recomendable la utilización de híbridos F1 del tipo determinado en este sistema productivo, ello pudiera ocurrir en la época de primavera-verano, cuando se necesite un ciclo de producción más corto o no existan cultivares indeterminados que se adapten a estas condiciones. Es preciso recordar que el cultivar constituye uno de los componentes de mayor importancia de esta tecnología, por lo que hay que analizar bien su elección. Casanova, A.S y Hernández J.C (2019).

Los cultivos protegidos se han convertido en escenario de innovaciones técnicas realizadas por los técnicos y productores para resolver los problemas que se presentan a diario, principalmente los relacionados con los organismos nocivos del suelo fundamentalmente los nematodos y que provocan pérdidas considerables en la producción. Socarras et al (2018).

Es destacado por Casanova, A.S y Hernández J.C (2019) su incidencia en los cultivos protegidos, por ser esta tecnología moderna y promisorio, y permite extender los calendarios de cosechas, de las hortalizas tradicionales y asegura el suministro fresco a la población y del turismo.

Los fitonematodos son considerados los enemigos invisibles del agricultor ya que sus principales afectaciones se presentan en la parte subterránea de las plantas, raíces, cormos y tubérculos, en ocasiones sus síntomas aéreos se pueden confundir con deficiencias nutricionales. Gandarilla, H. (2017).

Los nematodos fitoparásitos están ampliamente distribuidos en suelos naturales y cultivados en todo el mundo. El género *Meloidogyne* es el más importante por su distribución, el rango de hospedantes y los daños que origina en las plantas cultivadas, es en las hortalizas donde frecuentemente muestra altas poblaciones y supedita sobre otros nematodos fitoparásitos. Los nematodos formadores de quiste en las raíces, *Meloidogyne* spp, son los más universalmente conocidos, fundamentalmente, en las regiones tropicales y subtropicales, donde con frecuencia se les atribuye la causa de pérdidas económicas en muchos cultivos, pues las condiciones de temperatura y humedad les permiten completar varias generaciones al año. Beira et al., (2018).

Las cuatro especies más comunes de este género a escala mundial son: *Meloidogyne incógnita* (Kofoid and White) Chitwood, *Meloidogyne arenaria* (Neal) Chitwood, *Meloidogyne javanica* (Treub) Chitwood y *Meloidogyne hapla* Chitwood, las cuales son responsables de la mayor cantidad de pérdidas en los cultivos. Las pérdidas de producción causadas por especies de *Meloidogyne* en los cultivos hortícolas varían entre el 15 y el 60%. Estos nematodos fitoparásitos provocan enfermedades en forma directa porque producen quistes radicales, necrosis en raíces, deformaciones en tallos y bulbos, entre otros; y además hay interacciones con otros agentes fitopatógenos que habitan en el suelo (hongos, bacterias y virus). Elorza, M. (2019)

Se hace difícil a simple vista observar los nematodos en el campo, ya que los síntomas que producen son a menudo inespecíficos, pues el daño que ocasionan frecuentemente se atribuye a otras causas. Por lo que los agricultores y los técnicos a menudo subestiman su efecto. Los cuales pueden reducir la producción agrícola en aproximadamente un 11%. Elorza, M, (2019).

La sintomatología que inducen los nematodos fitoparásitos en las plantas fácilmente se pueden confundir con el de otros patógenos o factores abióticos cuando no se realiza un análisis nematológico por eso solo el diagnóstico y la determinación de poblaciones nos posibilita relacionar los problemas fitopatológicos de los cultivos con los nematodos. Generalmente, los daños causados por los nematodos en las raíces se observan en la parte aérea de la planta como manchón con un crecimiento deficiente, clorosis, deficiencias nutricionales, marchitez y muerte de plantas, debido a las alteraciones físicas y

químicas que inducen los nematodos en las plantas durante el proceso de alimentación. Armendáriz et al., (2017).

La efectividad de un diagnóstico depende directamente del muestreo de suelos o plantas que se realice pues frecuentemente se aprecian los síntomas típicos de los nematodos en diversos cultivos agrícolas, donde ocasionan daños económicos importantes como se ha mencionado en el párrafo anterior. Cualquier cultivo puede sufrir mermas considerables a consecuencia de los nematodos y la magnitud de las pérdidas depende fundamentalmente de las densidades de población en suelo, la susceptibilidad del cultivo y de las condiciones ambientales (principalmente la temperatura del suelo). Puertas et al., (2022).

De otra parte, la práctica agrícola ha demostrado que el productor debe contar con más de una variedad por cultivo, lo cual condiciona la necesidad de tener una estructura de variedades por especie. Es preciso recordar que el cultivar constituye uno de los componentes de mayor importancia de esta tecnología, por lo que hay que analizar bien su elección. Socarras et al (2018).

1.2 CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL CULTIVO DEL PEPINO.

Origen

El pepino es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3 000 años. De la India se extiende a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China (Roa, J., 2015).

El cultivo del pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó semillas a América (InfoAgro, 2019).

Soto Bravo et al (2016) sitúa al pepino en la siguiente posición taxonómica:

Nombre científico: *Cucumis sativus* L.

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: Cucumis

Especie: sativus L.

Descripción Morfológica del pepino

Sistema radicular

Es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello (InfoAgro, 2019).

Tallo principal

Sus tallos son rastreros, postrados y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros centímetros. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3,5 metros en condiciones normales (InfoAgro, 2019).

Hojas

De largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino (InfoAgro, 2019).

Flor

De corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, en la actualidad todos los cultivares comerciales que se cultivan son plantas ginóica es decir, sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero (Infoagro, 2019).

Frutos

En forma de pepónide, es áspero o liso, dependiendo del cultivar, cambia desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento (Infoagro, 2019).

Época de siembra o plantación

Según Casanova, A.S y Hernández J.C (2019) para la tecnología de cultivo protegido de hortalizas en Cuba se definen dos épocas de producción invierno (septiembre a febrero) y primavera –verano (marzo a agosto).

Ciclo del cultivo

El ciclo de pepino es corto y muestra variaciones según la localidad en la que se siembre, lo cual se relaciona con las condiciones edafoclimáticas propias del cultivar, así como, el manejo agronómico (InfoAgro, 2019).

1.3. Requerimientos edafoclimáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto. Soto Bravo et al (2016)

Temperatura: Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz. Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C y a 1°C se produce la helada de la planta. El empleo de dobles cubiertas en invernaderos tipo parral supone un sistema útil para aumentar la temperatura y la producción del pepino.

| Etapas de desarrollo | Temperatura (°C) | |
|----------------------|------------------|----------|
| | Diurna | Nocturna |
| Germinación | 27 | 27 |
| Formación de planta | 21 | 19 |
| Desarrollo del fruto | 19 | 16 |

Humedad: es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-

70% y durante la noche del 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente.

Para humedades superiores al 90% y con atmósfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas. Además, un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie.

Luminosidad: el pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción.

Suelo: el pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. El pH óptimo oscila entre 5,5 y 7.

1.4 PRINCIPALES AFECTACIONES FITOSANITARIAS.

Según Vásquez, LL.et al (2019) las plagas más asociadas al cultivo del pepino son las siguientes:

Thrips de los melones, (*Thrips palmi* Karny)

Los adultos colonizan los cultivos realizando la puesta en los tejidos jóvenes, hojas, frutas y flores (son florícolas). Aquí se encuentran los mayores niveles de población tanto de adultos como de ninfas. El 80 % de las poblaciones son hembras y pueden llegar hasta 10 generaciones al año. Se esconden en lugares difíciles de alcanzar. La ninfa es la que causa el mayor daño, pues sale y se

alimenta de la planta raspando y chupando; luego cae al suelo para pupar por un periodo de 15 a 30 días.

Mosca blanca, (*Bemisia tabaci* Gennadius)

Los adultos colonizan las partes jóvenes de la planta, realizando las puestas en el envés de la hoja, donde emergen las primeras ninfas que son móviles. Tras fijarse en la planta pasan por tres estados ninfales y uno de pupa.

Los daños directos como amarillamiento y debilitamiento de la planta son ocasionados por ninfas y adultos al alimentarse absorbiendo la sabia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la formación de fumagina sobre la melaza que producen al alimentarse, manchando y dañando los frutos, así como dificultando el normal desarrollo de las plantas. Otro daño indirecto y más importante es la transmisión de virus (geminivirus). Las especies del género *Trialeurodes* son trasmisoras del virus (geminivirus) del amarillamiento de las cucurbitáceas (CYMV).

Pulgones, (*Aphis gossypii* Glover)

Los adultos y ninfas se alimentan de la savia de las hojas provocando clorosis y deformación del follaje, además son vectores de enfermedades virales.

Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas.

Ácaro común, ácaro de dos manchas o araña roja, (*Tetranychus urticae* Koch)

Se desarrolla en el envés de las hojas causando decoloraciones o manchas amarillentas que pueden apreciarse en el haz como primeros síntomas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos del cultivo.

Minadores, (*Liriomyza* spp.)

Existen varias especies de minadores, entre ellos: *Liriomyza trifolii*, *L. bryoniae*, *L. strigata* y *L. huidobrensis*. Las hembras adultas ovipositan dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde se desarrolla la larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las galerías que son típicas de esta plaga. Una vez terminado el ciclo de vida, la larva sale de la hoja y cae al suelo para pupar y finalmente empezar una nueva generación de adultos.

Perforadores de los frutos, (*Diaphania hyalinata* L.)

Las larvas se alimentan inicialmente de las hojas y de las flores. Las principales afectaciones las producen en los frutos las larvas más grandes, perforándolos y alimentándose en su interior. En plantas pequeñas, las larvas pueden excavar un túnel en el tallo, causando su muerte. De sus galerías sale una sustancia verdosa parecida al aserrín y sirven como vía de penetración para hongos y bacterias que provocan su pudrición.

Nematodos, (*Meloidogyne spp.*)

Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos tomando un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los típicos rosarios. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción por las raíces, traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo. Se distribuyen por rodales o líneas y se transmiten con facilidad por el agua de riego, con el calzado y con cualquier medio de transporte de tierra.

1.5 IMPORTANCIA ECONÓMICA

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. El cultivo de esta hortaliza tiene una estabilidad de la superficie, con un aumento de la producción y exportación. Los cultivos de pepino son una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en cultivo protegido. Chacón-Padilla, K. y Monge-Pérez, J., (2017)

Algunos autores como Chacón-Padilla, K. y Monge-Pérez, J., (2017) refieren que la tecnología de cultivo protegido representa una alternativa para la producción de pepino, sin embargo, resulta necesario que los cultivares utilizados garanticen niveles de producción con eficiencia económica, pues en ocasiones se establecen ciclos productivos con híbridos que expresan solamente el 50 % del rendimiento que se obtiene cuando se utilizan otros con mejor respuesta agronómica a las mismas condiciones de producción.

En la actualidad la producción de hortalizas es de suma importancia para la economía del país y sobre todo para el municipio de Sancti Spiritus. De acuerdo con la oficina nacional de estadística e información ONEI (2021) de manera general, el sector agropecuario cuenta con cerca de un millón de trabajadores (el 20 % del total de cinco millones de cubanos empleados), aunque solamente aporta al Producto Interno Bruto un 3,6%, productores que se dedican a la agricultura y producen hortalizas para el mercado nacional y la exportación. En Cuba, el cultivo del pepino representa el 42 % del área total dedicada a las hortalizas, Monge-Pérez, et al 2021 refieren rendimientos de 87,5 t ha⁻¹ en ciclos del cultivo, mientras que González Govea, L (2019) describe rendimientos de 60,8 y 50,6 t ha⁻¹, respectivamente, en regiones centrales del país.

Chacón-Padilla y Monge-Pérez (2017) obtuvieron en el genotipo Paraíso (bajo condiciones de cultivo protegido) rendimientos de 6,07 a 8,09 kg planta⁻¹. En condiciones de cultivo protegido, la producción de pepino es de 2 a 9 veces mayor que en campo abierto, en dependencia del nivel tecnológico, el manejo del cultivo, las condiciones climatológicas y la época del año.

Los cultivos hortícolas fundamentalmente el pepino, poseen una potencialidad alta de infestación por nematodos fitoparásitosal ser cultivos altamente susceptibles, eso provoca pérdidas en los cultivos lo que acarrea pérdidas económicas

En nuestro municipio se encuentra ampliamente distribuido, en cultivos básicos, hortalizas, frutales y ornamentales. La presencia de *Meloidogyne incógnita* tuvo su primer reporte en los cultivos del tomate y pepino en 1997, sucediendo en 2006 en ambos cultivares la manifestación de *Meloidogyne spp.*

Un gran número de reportes de noduladores se suceden en las hortalizas, Groover, K. S.; Lawrence, P. D. (2019) citado por Skantar et al. (2021), reseñan los daños porcentuales causadas por especies del género *Meloidogyne* a parámetros medibles en plantas hortícolas.

| Gradología | Especie de <i>Meloidogyne</i> | Parámetros Afectados | % | Coincidencia |
|------------|----------------------------------|---|----|-----------------|
| II | <i>M. incógnita</i> | Altura de la planta | 30 | Gandarilla 2017 |
| III | <i>M. incógnita</i> | Altura de la planta y desarrollo del follaje | 35 | Mamani 2017 |
| IV | <i>M. incógnita</i> | Altura de la planta y desarrollo del follaje | 45 | Mamani 2017 |
| V | <i>M. incógnita</i> | Planta en general | 70 | Gandarilla 2017 |
| | <i>M. incógnita</i> | Rendimiento | 15 | González 2019 |
| | <i>M. spp</i> | Rendimiento | 10 | Gandarilla 2017 |

Teniendo en consideración que los nematodos no pueden ser eliminados totalmente y que en la práctica se debe convivir con ellos, hay que trabajar por mantener su densidad poblacional tan baja como sea posible y evitar el contacto entre las plantas susceptibles y la especie (o especies) parásita mediante medidas que no afecten la producción agrícola, la economía de los agricultores ni el ambiente (Armendáriz et al., 2017).

Casanova et al. (2019). La prevención es la mejor manera de controlar los patógenos del suelo, especialmente a estos. Es conveniente evitar la contaminación de lotes mediante la limpieza de máquinas e implementos con partículas de suelo adheridas a los neumáticos, herramientas y zapatos, y el uso de semillas procesadas sin partículas del suelo ya que se pueden propagar nematodos a zonas limpias. El uso de fuertes chorros de agua para desinfectar es eficaz para prevenir la propagación de estos organismos. Además, utilizar, si es necesario, plántulas libres de nematodos y evitar plantar en ocasiones de altas temperaturas y las precipitaciones.

Romero, B. M. (2022). La elección de la estrategia correcta de manejo consiste en primer lugar una oportuna toma de muestras del suelo para determinar qué nematodos (especies y razas) están presentes en el campo y controlar los niveles de población de estos parásitos.

Las alternativas de manejo abarcan herramientas de control físico, químico, biológico y cultural a través de rotación de cultivo, haciendo un manejo del suelo con nivel adecuado de materia orgánica, la cal y la fertilización equilibrada, evitando la compactación y el uso de cultivares resistentes. (Puertas et al 2022).

1.6 MANEJO DE NEMATODOS

Para el control de los nematodos en Cuba se utilizaba el fumigante Bromuro de Metilo, pero por el alto impacto en la capa de ozono fue necesaria su eliminación totalmente en la agricultura cubana. Esto conllevó a un trabajo mancomunado de los investigadores en la búsqueda de alternativas ambiental, social y económicamente viables de sustitución en el desarrollo rural (Fernández, 2007).

En la actualidad el control de nematodos se realiza usualmente por la combinación de varias estrategias de manejo:

- El control cultural: Utiliza los barbechos, las inundaciones, aplicaciones de abonos orgánicos, plantas trampa y de cobertura, rotación de cultivos, etc.

- El control físico: La solarización, vapor de agua, etc.

- El control biológico: Bacterias del género *Pasteuria*, *Bacillus*, *Tsukamurella* y hongos como *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma* spp y *Pochonia chlamydosporia*.

Estos métodos reducen notoriamente las poblaciones de *Meloidogyne* spp y pueden ser usados de manera individual o combinada, pero son poco usados por los agricultores por su alta inversión y largos periodos de aplicación, que reduce el tiempo de producción agrícola (Del Castillo et al. 2015).

Uso del Control Biológico.

La búsqueda y uso de controles biológicos para la lucha contra estos organismos es de gran importancia, no solo con vistas a disminuir las pérdidas en los cultivos, sino para lograr una agricultura sostenible donde a la vez se reduzca la contaminación de aguas y suelos y por tanto los daños a los ecosistemas. Los hongos del género *Trichoderma*, en particular *T. harzianum*, son usados para el control de enfermedades debido a que producen metabolitos que inhiben el crecimiento de otros hongos y a su alto nivel de competencia por el sustrato y el parasitismo (Mesa-Vanegas et al., 2019).

Las especies de *Trichoderma* son muy usadas en el control biológico de hongos fitopatógenos, especialmente de aquellos que atacan a partes subterráneas de los vegetales ejerciendo un efecto positivo sobre la vigorosidad y sistema radicular de las plantas, aumentando los mecanismos de defensa de las plantas, se ha demostrado que *Trichoderma* spp también puede controlar nematodos, haciendo de esta manera que los costos del tratamiento de sus cosechas disminuyan (Mesa-Vanegas et al., 2019).

Pineda et al. (2017) afirman que *Trichoderma* spp es un biorregulador efectivo contra nematodos del género *Meloidogyne* por medio de sus toxinas e hifas. Probablemente sea el hongo beneficioso, más versátil y polifacético que abunda en los suelos.

No se conoce que sea patógeno de ninguna planta; sin embargo, es capaz de parasitar, controlar y destruir muchos hongos, nematodos y otros fitopatógenos, que atacan y destruyen muchos cultivos; debido a ellos, muchos investigadores le llaman el hongo hiperparásito. Ello convierte al *Trichoderma* en un microorganismo de imprescindible presencia en los suelos y cultivos, y de un incalculable valor agrícola (Mesa-Vanegas et al., 2019).

1.9 Uso de Nematicidas de Origen Botánico.

El árbol del Nim es originario de la India, donde es considerado una planta de gran importancia medicinal. Crece y se desarrolla en clima tropical y subtropical a una altura máxima de 1500 cm, pero para establecer plantaciones es preferible una altura máxima de 900 cm y precipitaciones de 400 a 1200 mm anuales. El uso de productos naturales como esta planta requiere de perseverancia y dedicación, pero es válido y responsable para el cuidado del medio ambiente y la salud de las personas (Elorza, I M. 2019).

Las hojas y semillas pueden ser utilizadas como insecticida natural para el control de una gama amplia de insectos, ácaros y nematodos, que constituyen plagas agrícolas, Alvarado, E. (2019). El alto contenido de Azadiractina en la torta de semillas de Nature Neem ayuda a proteger los cultivos contra los nematodos parásitos. La Azadiractina es un compuesto químico que pertenece a los limonoides. Es un metabolito secundario presente en las semillas del árbol de Neem o margosa. La fórmula molecular es C₃₅H₄₄O₁₆. Es un

tetranortriterpenoide altamente oxidado que tiene gran cantidad de funcionalidades del oxígeno, éstas comprenden enol, éter, acetal, hemiacetal, y oxiranotetra substituido como así también una variedad de ésteres carboxílicos. Se clasifica entre los insecticidas provenientes de las plantas

El control químico de los nematodos es costoso, especialmente para los pobres agricultores, así como también es nocivo para el aire, el suelo y el agua. Se ha comprobado que la torta de semilla de Neem es eficaz contra nematodo de nudo radicular encontrado en cosechas vegetales como el okra, chiles, judías verdes, tomates, frijoles negros, frijoles verdes y berenjenas. Confirman que ese producto protege las plántulas durante las primeras etapas de la planta, especialmente contra los ataques de nematodos (Alvarado, E. 2019).

Alvarado, E. (2019) El producto final más utilizado es el: Cuba Nim-t: Insecticida 100% natural Se emplea en forma directa o disoluciones acuosas contra plagas agrícolas y de almacén. Efectivo contra insectos chupadores y masticadores, fitonematodos y ectoparásitos. Por su gran espectro de acción, los bioinsecticidas derivados del Nim, pueden ser usados en el combate contra un número variado de especies de insectos, ácaros y fitonematodos que atacan las plantas cultivadas creando pérdidas considerables en las producciones bajo condiciones de organopónicos y cultivos protegidos, por ello se recomienda su uso racional y preventivo sobre larvas de lepidópteros, *Mosca Blanca*, *Trips*, *Áfidos*, *Ácaros Tetránicos*, y nematodos como *Meloidogyne Incógnita*.

Senthil-Nathan et al (2012). Aunque las hojas contienen menos ingrediente activo también son usadas. Las hojas, se toman directamente de las ramas, luego son secadas a la sombra hasta que muelan con facilidad. Se muelen o trituran hasta polvo en un molino o mortero. El polvo puede ser mezclado con arcilla seca o aserrín para aplicar a los cultivos, o como polvo para proteger a los granos almacenados. También las hojas verdes pueden ser batidas en una batidora a razón de 100 a 200 g/litro de agua para la aspersión. Algunos estudios de laboratorio y de campo han descubierto que los extractos de margosa son compatibles con controles biológicos. Debido a que el aceite de Neem puro contiene otros compuestos insecticidas y fungicidas aparte de la azadiractina, generalmente se mezcla en una proporción de 1 onza (28,3 g) por galón (3,78L) de agua cuando se usa como plaguicida.

Gemma et al (2012) refiere que el Nim (*Azadirachta indica*), es considerado el árbol ideal para un control biológico de plagas y enfermedades en los cultivos agrícolas y granjas pecuarias. El extracto de sus semillas y hojas es muy eficaz para controlar diferentes plagas que afectan a los vegetales, y además las garrapatas en bovinos, los ácaros causantes de la sarna cunícula y porcina, las larvas de los mosquitos *Aedes* son sensibles al Nim. En la actualidad se sabe que productos derivados del Nim pueden afectar más de 200 especies de insectos, además de algunas garrapatas, nematodos, hongos, bacterias y algunos virus. Hay diferentes formas de preparación técnica del Nim. Pomadas, pastas, en torta, que han sido establecidas por científicos de Cuba, India, Estados Unidos y otros países.

El uso de productos naturales requiere de perseverancia y dedicación, pero es válido y responsable para el cuidado del medio ambiente y la salud de las personas (Elorza, I M. 2019).

Diseño experimental: Completamente al azar la variedad utilizada en la siembra de las casas fue Inivit 2007, las plantas fueron dispuestas en 6 surcos de 22 metros de longitud y 0,80 metros de ancho. Se desecharon la línea central y los surcos de los bordes tomándose 30 plantas por cada tratamiento. Las mismas se seleccionaron al azar dentro del área evaluable donde al finalizar la campaña se determinó la gradología según la escala de Zeck, (1971); Püntener. (1981) modificada en cinco grados y la especie presente. Los indicadores contemplados en el trabajo se determinaron antes del montaje del experimento y al final de la cosecha.

| |
|---------------|
| A-TRICHODERMA |
| C-CONTROL |
| A-TRICHODERMA |
| B-NIM |
| B-NIM |
| C-CONTROL |

Figura 2 Diseño experimental completamente aleatorizado.

Para la detección de los índices iniciales del género *Meloidogyne* se tomaron muestras en la casa objeto de estudio se procedió a la recolección de ocho muestras de un 1kg de suelo, compuestas por submuestras de 200g cada una, a lo largo de los seis canteros del túnel a razón de 10 puntos por cada una, siguiendo la dirección de las diagonales en forma de zigzag, a una profundidad entre 5-30 cm. Las muestras se conformaron y se depositaron en bolsas de polietileno correctamente identificadas para su análisis en el laboratorio (LAPROSAV).

En estese determinó el grado de infestación a través del método indirecto de bioensayo por planta indicadora calabaza (*Cucúrbita pepo*). Las plantas se mantuvieron en los aisladores biológicos durante 35 días, con riego en días alternos. Al finalizar este tiempo, las raíces se extrajeron, se lavaron cuidadosamente. Se determinó la gradología de las muestras mediante inspección visual con la escala de seis grados, Zeck. (1971); Püntener. (1981) modificada, variante de 0-5 grados.

| Grado | Descripción de la escala |
|-------|---|
| 0 | Raíces sin agallas. |
| 1 | Pequeñas agallas no numerosas. |
| 2 | Pequeñas agallas no numerosas y muy pocas encadenadas. |
| 3 | Muchas agallas encadenadas. De un 25 % hasta un 50 % del sistema radical incapaz de funcionar. |
| 4 | La casi totalidad del sistema radical está contaminado con agallas, quedando interrumpida la alimentación de la planta, no obstante la planta conserva aún, su aspecto verde. |
| 5 | El sistema radical está completamente contaminado de agallas, quedando podrida una parte de ella. La planta muestra síntomas externos del daño o bien la planta muere. |

Figura 3 Escala de Gradología modificada, variante de 0-5 grados.

El % de infestación se calculó por la fórmula de Townsend – Heuberger. (CIBA - GEIGY, 1981).

$$I = \frac{n.v}{I.N}100$$

donde:

v: Valor de la gradología

i: Valor de la gradología más alta

n: Número de plantas en cada gradología

N: Número total de plantas evaluadas.

Siendo la gradología determinada de IV y el índice de infestación de 4,8 %.

En la preparación de suelo se añadió materia orgánica semi-descompuesta a razón de 4.5 kg /m², y hojas de Nim (B) trituradas a 2.5 kg /m², y se incorporó el preparado fresco de *Trichoderma harzianum* de cepa A-34 (A) a razón de 10 kg/ha con una concentración de 2 x 10⁹ conidios mL⁻¹ esporas/ ml (a través del fertirriego), el mismo se comenzó a aplicar a partir de diciembre del 2021 en:

- La preparación del sustrato.
- En el momento de la siembra.

- A los 15 días del trasplante.
- A los 30 días después del trasplante.
- A los 45 días después del trasplante.

Se evaluó la incidencia de los tratamientos aplicados en la respuesta fitosanitaria de la planta en la variante del rendimiento agrícola y sus componentes donde los indicadores fueron el diámetro y la longitud de los frutos. Se evaluaron 21 frutos de cada categoría en tres momentos de la cosecha (al inicio, medio y final), utilizándose una cinta métrica marca Medid Star modelo B - 316 MP para la longitud y un pie de rey para medir el diámetro de los frutos por la parte media de los mismos.

Para cumplir los parámetros de cada calidad se utilizó la Categorías de venta según la Norma Cubana (NC) 478:2006.

Para todas las categorías los frutos de pepino deben ser

- ✓ Enteros
- ✓ Con aspecto fresco
- ✓ Con apariencia y desarrollo característico del híbrido
- ✓ Sanos; se excluyen los afectados con podredumbre o por alteraciones que los hagan no aptos para el consumo
- ✓ Libres de daños causados por la exposición al sol
- ✓ Limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles
- ✓ Exentos de humedad exterior anormal, salvo la condensación consiguiente a su remoción de una cámara frigorífica
- ✓ Prácticamente exentos de plagas o enfermedades que afecten el aspecto general del producto.
- ✓ Exentos de olores y/o sabores extraños.

Categoría Extra

Los pepinos de esta categoría deben ser de calidad superior, firmes, consistentes.

Categoría I

Los pepinos clasificados en esta categoría deben ser de buena calidad, suficientemente firmes y que satisfagan los requisitos mínimos establecidos.

Estar exentos de grietas sin cicatrizar. Podrán presentar leves daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, entre los que se encuentran:

- ✓ Deformación y color.
- ✓ Defecto de la epidermis.
- ✓ Daños cicatrizados de hasta 10 mm de longitud.

Categoría II

Esta categoría comprende los pepinos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que satisfacen los requisitos mínimos establecidos. Deben ser bastante firmes y no presentar grietas sin cicatrizar.

Los pepinos pueden presentar los siguientes defectos y leves daños siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase. Estos defectos y daños son los siguientes:

- ✓ Deformación y color.
- ✓ Defecto de la epidermis.

Para el cálculo del rendimiento se usó el método indirecto según (Fuentes *et al.*, 1999) y se expresó en kg plantas⁻¹.

Ambos tratamientos fueron comparados con el control(C).

Se realizó la evaluación al final del ciclo vegetativo 70 días, cuando se cosechó de forma manual.

2.2 Estadística

Se realizó un análisis de varianza para los grados medios de infestación por parcela. Las medias fueron comparadas por el Test de Duncan, previo análisis

de homogeneidad de varianzas. Para esto se utilizó el paquete estadístico STATGRAFIC 5.0 para Windows. Con una probabilidad de 1% de error. Los porcentajes de efectividad de las variantes biológicas respecto al testigo se compararon por un ANOVA simple (Lerch, 1977) y se comprobaron las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Efectos de los tratamientos empleados sobre la gradología

En la tabla 1 aparecen los resultados del procesamiento estadístico realizado a los valores correspondientes a la gradología determinada en las raíces de las plantas de pepino, pudiéndose observar que si existen diferencias significativas entre los tres tratamientos. Se obtienen los mejores resultados, con *Trichoderma harzianum* (A) superando significativamente a los tratamientos B y C. El tratamiento B supera estadísticamente al control(C).

Tabla 1 Efectos de los tratamientos empleados sobre la gradología

| Tratamientos | Nº | Gradología | CV % EE | |
|---------------|----|------------|---------|-------|
| AT. harzianum | 30 | 2,4 a | 27,53 | 0,095 |
| B Neem | 30 | 3,0 b | | |
| C Control | 30 | 4,0 c | | |

Letras diferentes difieren para un nivel de significación de ($p \leq 0,01$). Los valores corresponden a la media. N. Tamaño de la muestra

Los resultados de las variantes evidencian la acción de estos medios biológicos, al reducir la gradología yno permitir incrementar la población, Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Puertas, A. A.; Hidalgo-Díaz, L. Pérez, (2022) en estudios realizados con el hongo antagonista *Trichoderma spp* y con Oliveira, S. J.(2017), empleando *Trichoderma spp* sobre *Meloidogyne Incógnita* Chitwood en condiciones controladas,que señalan que puede producir quitinasas que actúan sobre la cubierta de los huevos de la especie de nematodos antes mencionada facilitando su parasitismo.

El tratamiento B difiere significativamente del control demostrando efectividad, coinciden este resultado con Gemma et al (2012), Alvarado, E. (2019) y Talavera-Rubia, M., Vela-Delgado, M. D., & Verdejo-Lucas, S. (2020) que plantean que el alto contenido de Azadiractina presente en la planta de Neem ayuda a proteger los cultivos contra los nematodos parásitos.

3.2 Efectos de los tratamientos empleados sobre el índice de infestación.

Tabla 2 Efectos de los tratamientos empleados sobre el índice de infestación

| Tratamientos | Nº | Índice de infestación | CV %EE | |
|--------------------------------|----|-----------------------|--------|-------|
| A <i>Trichoderma harzianum</i> | 30 | 2,57 a | 23.95 | 0,095 |
| B <i>Neem</i> | 30 | 3,55 b | | |
| C Control | 30 | 4,80 c | | |

Letras diferentes difieren para un nivel de significación de ($p \leq 0,01$). Los valores corresponden a la media. N. Tamaño de la muestra

En la tabla 2 aparecen los resultados del procesamiento estadístico realizado a los valores correspondientes a el índice de infestación determinado en las plantas de pepino, pudiéndose observar que si existen diferencias significativas entre los tres tratamientos. Se obtienen los mejores resultados, con *Trichoderma harzianum* superando significativamente a los tratamientos B y C. El tratamiento B supera estadísticamente al control (C).

Coinciden los resultados con Mesa-Vanegas, A. M.; Marín, A.; Calle-Osorno, J. (2019). que comprobó que *Trichoderma* spp inhibe el crecimiento y desarrollo de la biomasa de *Meloidogyne incognita* Chitwood por entrelazamiento de hifas, mientras que Del Castillo et al. (2015) plantea que *Trichoderma* spp puede liberar ácido acético en niveles tóxicos a los fitonematodos.

El tratamiento B difiere significativamente del control demostrando efectividad, coincide este resultado con Gemma et al (2012), Alvarado, E. (2019) y Talavera-Rubia, M., Vela-Delgado, M. D., & Verdejo-Lucas, S. (2020) que plantean que el alto contenido de Azadiractina presente en la planta de *Neem* ayuda a proteger los cultivos contra los nematodos parásitos ya que ese producto protege las plántulas durante las primeras etapas, contra los ataques de nematodos. Concuerdan también con Senthil-Nathan, S., Kalaivani, K., Murugan, K., Chung, G. (2012) que afirman que la aplicación de estas preparaciones ejerce control sobre nematodos agalladores, por la presencia de quercitina en la planta de *Neem*.

3.3 Efectos de los tratamientos empleados sobre el diámetro del fruto (mm)

Tabla 3 Efectos de los tratamientos empleados sobre el diámetro del fruto (mm)

| Tratamientos | N° | Diámetro del fruto | CV % | EE |
|--------------|----|--------------------|-------|------|
| AT harzianum | 30 | 45.85 a | 12.71 | 0.88 |
| B Neem | 30 | 44.72 b | | |
| C Control | 30 | 42.85 c | | |

Letras diferentes difieren para un nivel de significación de ($p \leq 0,01$). Los valores corresponden a la media. N. Tamaño de la muestra.

Al analizar el diámetro de los frutos se determinó que el tratamiento A presentó los mejores valores, con diferencias significativas respecto a los otros dos. Ambos tratamientos superan estadísticamente al control.

Los valores obtenidos para este carácter en el presente ensayo son similares a los encontrados en otras investigaciones, donde se ha reportado un rango entre 43,0 y 48,7 mm para esta variedad de pepino (López et al., 2011; Barraza, 2017).

3.4 Efectos de los tratamientos empleados sobre la longitud del fruto (cm)

Tabla 4 Efectos de los tratamientos empleados sobre la longitud del fruto (cm)

| Tratamientos | N° | Longitud del fruto (cm) | CV % | EE |
|---------------|----|-------------------------|-------|------|
| AT. harzianum | 30 | 15.20 a | 21.62 | 0.09 |
| B Neem | 30 | 13.50 b | | |
| C Control | 30 | 12.0 c | | |

Letras diferentes difieren para un nivel de significación de ($p \leq 0,01$). Los valores corresponden a la media. N. Tamaño de la muestra.

Al analizar la variable longitud de los frutos se determinó que el tratamiento A presentó los mejores resultados, con diferencias significativas respecto a los otros dos. Ambos tratamientos superan estadísticamente al control.

Estos resultados coinciden con los presentados por Zamora (2017b) quien refiere que cuando la planta mejora su condición fitosanitaria produce frutos de un tamaño entre 12 - 14 cm llegando a alcanzar hasta 17 cm de longitud.

3.5 Efectos de los tratamientos empleados sobre el rendimiento (kg plantas⁻¹)

Tabla 5 Efectos de los tratamientos empleados sobre el rendimiento (kg plantas⁻¹)

| Tratamientos | N° | Rendimiento | CV % | EE |
|--------------|----|-------------|-------|-------|
| AT.harzianum | 30 | 10.1 a | 23.53 | 0.094 |
| B Neem | 30 | 8.5 b | | |
| C Control | 30 | 8.0 c | | |

Letras diferentes difieren para un nivel de significación de ($p \leq 0,01$). Los valores corresponden a la media. N. Tamaño de la muestra

Al analizar la variable del rendimiento se determinó que el tratamiento A presentó los mejores resultados, mostrando diferencias significativas respecto a los otros dos tratamientos. Ambos superan estadísticamente el control. Coinciden estos resultados con Zamora (2017 a) y González Govea, L. (2019) que plantean que se registran rendimientos entre 9 y 12 kg planta⁻¹, y con Barraza (2017) quien refiere que la respuesta de la planta a una mejora fitosanitaria, pues el daño por nematodos se minimiza, es positiva ya que los parámetros morfoagronómicos evaluados (longitud y diámetro) presentan valores mejorados y responden al incremento del rendimiento.

CONCLUSIONES

- 1- La gradología e índice de infestación por *Meloidogyne* spp fue posible reducirlas significativamente con relación al testigo, empleando *Trichoderma harzianum* cepa A-34.
- 2- Resulta efectivo el control del índice de infestación del género *Meloidogyne* spp presente en el suelo con el uso de hojas de Neem como bionematicida botánico.
- 3- Las alternativas utilizadas durante la preparación de suelo sustituyen la aplicación de nematicidas inorgánicos, minimizando la carga contaminante en el agroecosistema.

RECOMENDACIONES

Recomendaciones

A partir del cumplimiento del análisis nematológico a las casas antes de la siembra y cuando concluye el ciclo del cultivo, así como a los sustratos utilizados recomendamos:

- 1- Generalizar la aplicación de materia orgánica semi-descompuesta, y hojas del árbol del Neem durante la preparación de suelo en las casas, con gradologías superiores a II.
- 2- Sistematizar la aplicación de *Trichoderma harzianum* de cepa A-34 en las casas de cultivos protegidos por su efecto nematicida.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, E. (2019). Árbol y fruto de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) Informe final de servicios en la finca “Santa Anita”, Zunilito.57
- Armendáriz, I.; Landázuri P.; Quiña, D. (2017). Nematodos Fitopatógenos y sus estrategias de control.
- Barraza, F. 2017. “Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero”. Revista Centro Agrícola Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas
- Beira, H. M.; Heinz, W. D. and Hallmann, J. (2018). Population dynamics and damage potential of *Meloidogyne* hapla to rose rootstock species. J. Phytopathol. 164:711-721. Doi:10.1111/jph.12492.
- Casanova, A.S y Hernández J.C (2019) Manual para la producción protegida de Hortalizas.3ra edición. La Habana (VE): Editorial Liliana D.262 pp.
- Camues Cuasque, I. R. (2019). Identificación de los síntomas causados por *Meloidogyne* spp en el cultivo de tomate riñón (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero y sus métodos de control en el Sector de Chaltura (Bachelor's thesis, El Ángel: UTB, 2019).
- Chacón Padilla, K., & Monge Pérez, J. E. (2017). Producción de pepino 'mini' cultivado bajo invernadero.
- Companioni, B.; Domínguez, G., García, R. (2019). Trichoderma: su potencial en el desarrollo sostenible de la agricultura. Biotecnología Veg. vol.19 no.4 Villa Clara Oct.-dic. 2019 E pub 01. Versión online ISSN 2074-8647.
- Del Castillo et al. (2015). REBIOLEST 2015; 2(1): e24 Efecto de dos especies nativas de *Trichoderma* sobre huevos y juveniles de *Meloidogyne* spp en condiciones de laboratorio Revista Científica de Estudiantes.
- Elorza, I M. (2019) Control natural de plagas en el huerto orgánico. <http://www.munistgo.info/medioambiente>
- Fernández, E. (2007). Manejo de Nematodos en la agricultura Cubana. Revista Fitosanidad vol11 no3: 57-61
- Gandarilla, H. (2017). Nematología. Curso de postgrado a distancia

- Gemma E. Veitch, Edith Beckmann, Brenda J. Burke, Alistair Boyer, Sarah L. Maslen, Steven V. Ley (2012). «Synthesis of Azadirachtin: A Long but Successful Journey». *Angewandte Chemie International Edition* 56.
- González Govea, L. (2019). Caracterización agroproductiva de tres híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.) en casa de cultivo protegido (Doctoral dissertation, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas).
- Grabau, Z. J., Noling, J. W., & Sandoval-Ruiz, R. (2022). Manejo de nematodos en cultivos de col: ENY-024/NG048, 06/2022. *EDIS*, 2022(3).
- Groover, K. S.; Lawrence, P. D. (2019) Reproductive rate differences of Root-Knot nematodes from multiple crops in a single field. *Nematropica* 49:152-156
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., Rivero, L. (1999). Nueva Versión de la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba. Inst. Suelos, AGRINFOR, Ciudad Habana, 64p.
- Infoagro (2019). Agroinformación El cultivo del pepino 1ra y 2da Parte. <https://www.infoagro.com>
- Largo, M.; Fumero, G. (2012) Sostenibilidad económica de los cultivos protegidos. Revista digital: Sociedad de la Información N°38 (<http://www.sociedadelainformacion.com>)
- Lerch, G (1977). La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. La Habana (Ed) Científico-Técnica.
- López, E.; Rodríguez, C.; Huez, M.A; Garza, S.; Jiménez, J. Leyva, E., (2011) "Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda". *Idesia* .Vol. 29, no. 2, pp. 21-27.
- Mamani Cano, Z. D. (2017). Caracterización del nematodo *Meloidogyne* spp. y otros en el cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Wild.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.) en la región Puno.
- Mesa-Vanegas, A. M.; Marín, A.; Calle-Osorno. J. (2019). Metabolitos secundarios en *Trichoderma* spp y sus aplicaciones biotecnológicas

- Monge-Pérez, J. E., Cruz-Coronado, J. A., & Loria-Coto, M. (2021). Determinación de parámetros de selección para el rendimiento en pepino (*Cucumis sativus*) cultivado bajo invernadero. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25(1), 43-55.
- Oliveira, S. J.; Vinícius, S. M.; Levorato, F. L.; Silva, F. B. and Rúbia, R. M. 2017. Biocontrol agents in the management of *Meloidogyne* incógnita in tomato agentes de biocontrole no manejo de *Meloidogyne* incógnita em tomateiro. *Ciencia Rural*, Santa María, Crop Protection. ISSN 1678-4596pp. <http://dx.DOI.org/10.1590/0103-8478cr20161053>.
- Pineda-Insuasti, J. A., Benavides-Sotelo, E. N., Duarte-Trujillo, A. S., Burgos-Rada, C. A., Soto-Arroyave, C. P., Pineda-Soto, C. A., & Álvarez-Ramos, S. E. (2017). Producción de biopreparados de *Trichoderma* spp: una revisión. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51(1), 47-52.
- Puertas, A. A.; Hidalgo-Díaz, L. (2022) Nematodos fitoparásitos: Los nematodos formadores de quiste, tácticas para su manejo. Consultado 20/1/2022. <http://www.Monografias.com>
- Püntener, W., & Zahner, O. (1981). Manual para ensayos de campo en protección vegetal. CIBA-GEIGY SA Basilea, Suiza.
- Roa, J., (2015) Densidad de siembra y dosis de Biol en la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Esmeralda. Carrera Ingeniería Agropecuaria, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, pp. 77.
- Romero, B. M. (2022) Identificación y distribución de especies de *Meloidogyne* en Baja California Sur, México *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* volumen 10 número 215 de febrero - 31 de marzo.
- Senthil-Nathan, S., Kalaivani, K., Murugan, K., Chung, G. (2012) «The toxicity and physiological effect of neem limonoids on *Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée) the rice leaf folder». *Pesticide Biochemistry and Physiology* 81: 113.

- Socarras, Y., Terry Alfonso, E., Sánchez Iznaga, Ángel L., Díaz Peña. (2018). Mejoras tecnológicas para las producciones más limpias de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tecnología de cultivo protegido. Revista científica Agroecosistema, 6(1), 54-61. Vol 6 Num. 1 (2018).
- Soto Bravo, F., & Méndez Soto, C. H. (2016). Evaluación de casas sombra en San Vito, Coto Brus.
- Skantar, A. M., Handoo, Z. A., Subbotin, S. A., Kantor, M. R., Vieira, P., Agudelo, P., & Rogers, S. (2021). First report of Seville root-knot nematode, *Meloidogyne hispanica* (Nematoda: Meloidogynidae) in the USA and North America. Journal of Nematology, 53 pp.
- Talavera-Rubia, M., Vela-Delgado, M. D., & Verdejo-Lucas, S. (2020). Nematicidal Efficacy of Milbemectin against Root-Knot Nematodes. Plants, 9(7), 839.
- Vázquez, L. L., Castellanos, A., & Leiva, V. (2019). Transición agroecológica y resiliencia socioecológica a sequías en Cuba. Celia Boletín Científico, (3), 44.
- Vuelta-Lorenzo, D. R., Rizo-Mustelier, M., & Aroche-Alarcón, J. A. (2019). Empleo de alternativas para el manejo de nematodos en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*) en la finca Santo Tomás. Ciencia en su PC, 1(4), 1-15.
- Zeck, W. M. (1971). Rating scheme for field evaluation of root-knot nematode infestations. Pflanzenschutz nachrichten Pflanzenschutz Nachrichten Bayer 24 (1): 147-150.
- Zamora, E., (2017a) "El cultivo de pepino persa (*Cucumis sativus* L.) Bajo cubiertas plásticas". Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora México. Cultivos Protegidos Hortícolas CP-007, pp. 1-7.
- Zamora, E., (2017b) "El cultivo de pepino Slicer – americano (*Cucumis sativus* L.) Bajo cubiertas plásticas". Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora México. Cultivos Protegidos Hortícolas CP-008, pp. 1-7.