

Evaluación de la efectividad del hongo (*Paecilomyces lilacinus*), en el control de nematodos del cultivo de lulo (*Solanum quitoense*), en la finca la Fortuna vereda San Francisco
Municipio de Pitalito – Huila

Jesus Hernan Ramirez Lopez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Pitalito

2022

Evaluación de la efectividad del hongo (*Paecilomyces lilacinus*), en el control de nematodos del cultivo de lulo (*Solanum quitoense*), en la finca la Fortuna vereda San Francisco
Municipio de Pitalito – Huila

Jesus Hernan Ramirez Lopez

Asesor:

Mag. Luis Herney Salazar Nieto

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente - ECAPMA

Pitalito

2022

Nota de Aceptación

Firma del presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Pitalito, abril del 2022

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios, en seguida a mi familia y docentes que han sido participes de este proceso como y que han hecho parte del su desarrollo; se espera que la información presentada en este archivo sea de amplia utilidad para quienes accedan al mismo.

Agradecimientos

A mi familia por su apoyo y seguimiento para la consecución de este logro, a las personas que estuvieron involucradas en el mismo y que dieron su aporte en el proceso de desarrollo y consolidación del proyecto que con su grandioso conocimiento dieron argumentos de importancia para el proyecto.

Resumen

El presente proyecto aplicado se desarrolló en base a la problemática que se presenta en la comunidad y alrededores del municipio de Pitalito, que, por efectos de la ola invernal las altas temperaturas y humedad, atraen la presencia de nemátodos ha provocado la presencia de enfermedades que atacan raíces, tallos, ramas y flores del lulo. Por lo que se propuso evaluar el efecto del hongo (*Paecilomyces lilacinus*), en el control de nematodos del cultivo de lulo (*Solanum Quitoense*), en la finca la Fortuna vereda San francisco de Pitalito. Para lo que se llevó a cabo la aplicación del producto comercial Innovak – NemaRoot, producto a base de conidios del Hongo *Paecilomyces lilacinus*, que fue disuelto en agua con 100 gramos por 20 litros de agua, por drench con 3 aplicaciones, 1 en el desarrollo, 1 al finalizar la floración y 1 durante el desarrollo de frutos, frente a un tratamiento testigo en donde no se aplicarán bio controladores. Donde se logró evidenciar que, de las 180 plantas evaluadas, el 80% de las plantas evaluadas dentro del cultivo, presentaron síntomas en hojas, tallos y raíces. Donde con la aplicación del bio controlador (*Paecilomyces lilacinus*), el 100% de las plantas afectadas recuperaron su estado saludable, comparado con el tratamiento testigo sobre el cual las plantas siguieron manifestando daños en sus estructuras. Por lo que se consideró altamente eficiente el uso de del biológico *Paecilomyces lilacinus* sobre plantas de lulo para mitigar los daños provocados por nemátodos.

Palabras Clave: Control biológico, Nemátodo, Lulo, Plaga, Daño

Abstract

The present applied project was developed based on the problem that occurs in the community and surroundings of the municipality of Pitalito, which, due to the effects of the winter wave, high temperatures and humidity, attract the presence of nematodes that have caused the presence of diseases that They attack roots, stems, branches and flowers of the lulo. Therefore, it was proposed to evaluate the effect of the fungus (*Paecilomyces lilacinus*), in the control of nematodes in the cultivation of lulo (*Solanum Quitoense*), in the La Fortuna farm, San Francisco de Pitalito. For which the application of the commercial product Innovak - NemaRoot was carried out , a product based on conidia of the Fungus *Paecilomyces lilacinus* , which was dissolved in water with 100 grams per 20 liters of water, by drench with 3 applications, 1 in development, 1 at the end of flowering and 1 during fruit development, compared to a control treatment where no apply bio controllers. Where it was possible to show that, of the 180 plants evaluated, there was a percentage of affectation by nematodes of 80% in leaves, stems and roots of the plants within the crop. Where with the application of the biocontroller (*Paecilomyces lilacinus*), 100% of these recovered their healthy state, compared to the control treatment on which the plants continued to show damage to their structures. Therefore, the use of the biological *Paecilomyces lilacinus* on lulo plants was considered highly efficient to mitigate the damage caused by nematodes.

Keywords: Biological control, Nematode, Lulo, Plague, Damage

Tabla de contenido

Introducción	13
Planteamiento del problema	14
Pregunta de investigación	14
Justificación.....	15
Objetivos	17
Objetivo General	17
Objetivos Específicos.....	17
Marco teórico	18
Hongo Paecilotrópico.....	28
Aplicaciones Y Usos	28
Marco referencial	30
Marco conceptual	32
Enfermedades	32
Plaga.....	32
Hongos nematófagos.....	32
Hongos depredadores	33
Hongos endoparásitos	33
Hongos parásitos de huevos y hembras	33

Hongos productores de toxinas	34
Marco contextual.....	35
Metodología	36
Resultados	38
Resultados aplicación biológico <i>Paecilomyces lilacinus</i>	47
Resultados Tratamiento testigo.....	47
Discusión.....	50
Conclusiones	51
Recomendaciones.....	52
Bibliografía	53
Apéndices.....	55

Lista de figuras

Figura 1 Sintomatología de Tizón del lulo o gota en lulo.....	21
Figura 2 Sintomatología de Antracnosis del fruto en lulo	22
Figura 3. Sintomatología de Antracnosis del fruto en lulo	23
Figura 4. Sintomatología de Pudrición del tallo en lulo	23
Figura 5. Sintomatología de Marchitez vascular en lulo	24
Figura 6. Sintomatología de Agalla radical en hojas de lulo	25
Figura 7 Ataque del gusano perforador del fruto en lulo.....	25
Figura 8. Picudo de la flor de lulo.....	26
Figura 9. Barrenador del tallo en lulo	27
Figura 10. Modo de Acción de Paecilomyces lilacinus	29
Figura 11. Porcentaje de plantas con sintomatología hojas por ataque de nemátodos	41
Figura 12. Plantas de lulo con síntomas en tallo por ataque de nemátodos.....	42
Figura 13. Porcentaje Plantas de lulo con sintomatología en tallo por ataque de nemátodos	42
Figura 14. Resultado de tratamiento testigo, sin la aplicación del biológico	48
Figura 15. Porcentaje de plantas con síntomas tras aplicación de Paecilomyces lilacinus y testigo	49

Lista de Tablas

Tabla 1. Especificación de las condiciones del lugar del proyecto.....	35
Tabla 2. Descripción de los tratamientos a emplear	37
Tabla 3. Resultado de dificultades del cultivo con sintomatología observada en el cultivo por ataque de nemátodos	38
Tabla 4. Resultados de aplicación de control biológico y testigo.....	43
Tabla 5. Comparación de aplicación de tratamientos con <i>Paecilomyces lilacinus</i> y tratamiento testigo	48

Lista de Apéndices

Apéndice A. Formulario de registro de plantas de lulo con síntomas por ataque de nematodos.....	55
Apéndice B. Planta de Lulo con síntoma de clorosis en hojas tras ataque de nematodos.....	56
Apéndice C. Planta de Lulo con sintomatología en raíces por ataque de nematodos.....	57
Apéndice D. Estado de plantas tras la aplicación de del biológico <i>Paecilomyces lilacinus</i>	58

Introducción

El presente proyecto se ha realizado tras la identificación de la problemática que ha venido afectando a los municipios del departamento del Huila, como ha sido los efectos por la temporada invernal, la cual, sobre los cultivos como el Lulo, promueve el crecimiento de plagas y enfermedades por las lluvias excesivas y los altos contenidos de humedad en el aire y en el suelo.

Es de resaltar que el cultivo de lulo es un producto de importancia económica en el departamento. Por lo que se ha propuesto contribuir a contrarrestar los efectos por la temporada invernal, donde se evaluó los efectos tras la aplicación del hongo *Paecilomyces lilacinus* en el control de nematodos del cultivo de lulo en la finca la Fortuna vereda San Francisco Municipio de Pitalito – Huila. Lo anterior se realizó mediante el diagnóstico de las dificultades del cultivo realizando observaciones y registros para la compilación de información base sobre los efectos de los nematodos presentes en el cultivo. Para lo que se realizó un muestreo de plantas en zigzag, para obtener resultados de las aplicaciones del biológico *Paecilomyces lilacinus* permitiendo comparar estos datos con la muestra testigo donde no se aplicó ningún tratamiento.

Por último, se realizó el análisis de los resultados obtenidos del control de nematodos con la aplicación del biológico, utilizando el programa estadístico Microsoft Excel en el que se almacenó tabuló y graficó la información.

La realización de este proyecto ha permitido contribuir a contrarrestar los efectos por nematodos en el cultivo, reduciendo las pérdidas económicas, además de replicar el conocimiento a los productores para que pongan en práctica su uso.

Planteamiento del problema

En el municipio de Pitalito y el resto de los municipios del departamento del Huila, han venido siendo afectados por la temporada invernal que ha causado además de desastres en infraestructuras en las comunidades, daños en cultivos por problemas fitosanitarios que se incrementan durante la temporada invernal. (La voz de la Región, 2020).

La constante demanda del fruto de lulo en los mercados nacionales ha generado en el país un fuerte proceso de expansión del cultivo, pero la alteración en las condiciones climáticas a causa de la reciente ola invernal amenaza gravemente los cultivos establecidos (ICA, 2011).

Un régimen de lluvias excesivo incrementa los contenidos de humedad en aire y suelo, y favorece la diseminación de plagas y enfermedades que afectan los distintos órganos de la planta (aéreos y subterráneos), reducen la calidad y el rendimiento de las cosechas y originan incrementos en los costos de producción por las medidas de manejo.

A pesar de ser un cultivo rentable, en el área en producción se ha presentado que estas son afectadas por incremento debido a problemas fitosanitarios, siendo las enfermedades la mayor limitante (GOMEZ, 1990), y entre ellas las causadas por los nematodos, los cuales debilitan la planta, reducen la vida útil del cultivo y disminuyen su capacidad productiva. Citado de (Corrales, S. P., Varón de Agudelo, F., & Barrera Marin, N, 1999).

Es por estos que se ha incursionado en la investigación de métodos que permitan contrarrestar con una medida de mitigación sostenible de nematodos en el cultivo de Lulo.

Pregunta de investigación

¿Cómo puede actuar el hongo *Paecilomyces lilacinus* en el control de nematodos del cultivo de lulo, teniendo en cuenta las condiciones climáticas de la finca la Fortuna vereda San francisco del Municipio de Pitalito – Huila?

Justificación

Durante la emergencia invernal, el enorme incremento de plagas y enfermedades hace que la vigilancia y control fitosanitarios sean elementos vitales para los productores. Al intensificarse estos factores que atacan los cultivos debido a los efectos climáticos y ambientales provocados por el fenómeno de la niña, es necesario tener herramientas eficaces que permitan registrar los problemas fitosanitarios con la misma velocidad con que se propagan (ICA, 2011).

El Sistema Nacional de Información Epidemiológica y Vigilancia Fitosanitaria de Colombia, SisFito, que está bajo la responsabilidad del ICA, mediante procedimientos de captura de información, con monitoreo, análisis y evaluación, pueden determinar la presencia o ausencia de plagas en el territorio nacional, condición necesaria para la certificación del estatus fitosanitario (ICA, 2011). Un procedimiento que se recomienda para el control de plagas y enfermedades es el control biológico que ayuda a reducir las poblaciones plaga por medio del uso de enemigos naturales; estos enemigos pueden ser otros insectos benéficos como depredadores y parasitoides, microorganismos como bacterias y hongos o extractos de plantas que cumplen con funciones alelopáticas (Agroactivocol, 2022).

El control biológico es una alternativa que se viene estableciendo desde la revolución verde bajo la premisa del cuidado al medio ambiente, la preocupación por la seguridad de los agricultores y de los consumidores y la apertura de mercados orgánicos; por tal motivo se ve la necesidad de buscar alternativas que brinden soluciones sostenibles (Agroactivocol, 2022).

El hongo *Paecilomyces lilacinus*, actúa como un controlador de nematodos que parasita huevos, adultos y quistes de nematodos. También puede afectar nematodos móviles que están fuera de las raíces. Tras el uso de este hongo es posible regular las poblaciones de nemátodos y mantenerlas bajas, pues las esporas las afectan en forma permanente durante el ciclo del cultivo.

Además, mantiene las poblaciones de nemátodos a niveles que no causan daño económico. Puede ser usado en hortalizas, café, flores, frutales, etc (Perkinsltda, 2018).

Llevar a cabo el uso del hongo *Paecilomyces lilacinus*, en el cultivo de lulo puede contribuir a contrarrestar los efectos por nematodos en el cultivo, reduciendo las pérdidas económicas, además de preparar a los productores a poner en práctica su uso. Lo que contribuye también a reducir costos por el control fitosanitario que muchos productores incurren también en la temporada invernal. La importancia de este proyecto es que genera valor para el sector agrícola implementándose nuevas formas de controlar los nematodos del cultivo de Lulo.

Objetivos

Objetivo General

Evaluar el hongo *Paecilomyces lilacinus* y sus efectos en el control de nematodos del cultivo de lulo en la finca la Fortuna vereda San francisco Municipio de Pitalito – Huila

Objetivos Específicos

Diagnosticar las dificultades del cultivo de Lulo con las afectaciones de nematodos en la finca la Fortuna de la vereda San francisco del municipio de Pitalito – Huila.

Comprobar los efectos del control de nematodos diagnosticados en campo con la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* y un testigo en la finca la Fortuna de la vereda San Francisco del municipio de Pitalito – Hula.

Analizar los resultados obtenidos del control de nematodos con la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus*, comparado con el tratamiento testigo en la finca la Fortuna de la vereda San Francisco del municipio de Pitalito – Hula.

Marco teórico

En Colombia a nivel nacional se ha tenido una constante demanda del fruto de lulo permitiendo que exista un fuerte proceso de expansión del cultivo, sin embargo, por la alteración en las condiciones climáticas a causa de la ola invernal los cultivos de lulo establecidos se han visto amenazados gravemente (Ica, 2011).

El lulo es un arbusto con origen en los Andes del Ecuador y Colombia. Los frutos que produce son de un alto valor nutritivo lo que lo hace muy apetecidos en los mercados nacionales y extranjeros. Su nombre científico es *Solanum quitoense* Lam., perteneciente a la familia de las solanáceas (Ica, 2011).

De acuerdo con la Secretaría Técnica Cadena Frutícola Huila — SEDAM, el contenido nutricional del lulo está compuesto por un total de 87% en agua, 0,74% en proteínas, 0,17% en grasas, 8,0% en carbohidratos, 2,6 en fibra, 1,28% en pectina, 34,2 mg en Calcio, 1,19 mg en Hierro, y 29,4 mg en vitamina C. citado de (Huila Unido, 2006).

Entre las condiciones agroecológicas del cultivo de lulo se tiene que el cultivo requiere de una temperatura promedio de 14 a 18 °C, precipitación entre 1.500 a 2000 mm, una humedad relativa del 80%, y se considera que los suelos deben ser <40%. El tipo de suelo debe ser franco, franco-arenosa y franco-arcillosa. (Secretaría Técnica Cadena Frutícola Huila — SEDAM, s,f), citado de (Huila Unido, 2006).

De acuerdo (Huila Unido, 2006), en cuanto a la morfología de la planta de lulo, es de mencionar que esta planta se caracteriza por poseer; raíz, tallo, ramas, hojas y flores.

Raíz: La raíz principal del lulo penetra hasta 50 centímetros de la tierra. (Huila Unido, 2006).

El tallo: es semileñoso, cilíndrico y vellosos, algunos con o sin espinas. Crece erecta y a veces ramificada desde el suelo, presenta de tres a cuatro ramificaciones laterales que sostienen toda la parte aérea de la planta (Huila Unido, 2006).

Las ramas: son fibrosas y resistentes, con diámetros hasta de 5 cm. Su distribución es radial. Cuando son jóvenes son verdes y suculentas, pero se tornan cafés y leñosas cuando la planta va madurando (Huila Unido, 2006).

Hojas: Son hojas alternas, de forma oblonga ovaladas, de color verde oscuro por el haz (por encima) y verde claro por el envés (por debajo), con nervaduras pronunciadas de color violáceo, limbo delgado cubierto de vellosidades. Las hojas están adheridas a las ramas por un pecíolo largo, pubescente y suculento, de aproximadamente 15 cm, en ciertas plantas las nervaduras presentan espinas (Huila Unido, 2006).

Flores: La flor es pentámera porque tiene 5 sépalos y 5 pétalos, y es perfecta porque todas sus partes son iguales, la flor presenta ambos sexos (Huila Unido, 2006).

Frutos: Son bayas globosas, de cuatro a ochos cm de diámetro, y un peso promedio de 80 a 100 gr. Están cubiertos por tricomas (pelusa) de color amarillo o rojo, los cuáles se pierden a medida que los frutos maduran. La corteza es de color amarillo intenso, amarillo rojizo o naranja en la madurez; la pulpa es verdosa agrídulce y con numerosas semillas (Huila Unido, 2006).

Semilla: La semilla es lisa, redonda en forma de lentejas; un fruto puede tener hasta 1000 semillas. Existe una relación estrecha entre el peso del fruto y el peso de la semilla, los cuales significa una buena polinización para la obtención de frutos de buen tamaño (Huila Unido, 2006).

En el cultivo de lulo es susceptible a diferentes enfermedades que son provocados por patógenos que logran desarrollarse dentro del cultivo debido a condiciones climáticas que los

favorece. Estas condiciones dentro del cultivo son las que como productor se deben de controlar para proteger el cultivo y mitigar la presencia de estos y de otros insectos plaga (Ica, 2011)

Como medida a realizar el productor puede llevar a cabo un plan de prevención en donde se integran diferentes actividades entorno al cultivo desde la selección de la semilla la cual debe de ser de calidad, selección del terreno con las condiciones necesarios y requeridas por el cultivo, disponibilidad de agua, en la preparación del suelo en donde se debe de realizar drenajes para evitar el encharcamiento, en la siembra se debe de sembrar con densidades y distancias entre 3x3 aportando mayor aireación, desarrollo de la planta y furtos. El control de arvenses es otro factor dentro del plan de prevención, en donde con esta actividad se promueve la reducción de la humedad evitado presencia de enfermedades. La poda de formación y la deschuponada al retirar los brotes del tallo también permite reducir la humedad dentro del cultivo y por ende la presencia de patógenos (Ica, 2011)

Otra medida a realizar es el monitoreo, el cual es un proceso continuo que se implementa para advertir la aparición de plagas y enfermedades, identificarlas y establecer su cantidad o intensidad. Consiste en realizar frecuentemente (semanal o quincenalmente) un recorrido de observación por la plantación, que puede ser en zigzag, tratando de evaluar el 10% del número total de las plantas establecidas (Ica, 2011)

Durante el recorrido visual se verifica el estado sanitario de la raíz, tallo, ramas, frutos y flores. Con el fin de conocer la incidencia de plagas y severidad del daño causado por estas. Una vez determinados los niveles de incidencia y severidad de los problemas fitosanitarios, se definen las alternativas de intervención que pueden consistir en controles de carácter físico, biológico, etológico o, en última instancia, químico (Ica, 2011)

Algunas de enfermedades documentadas en la región del Huila son:

Tizón del lulo o gota (*Phytophthora infestans*): Enfermedad causada por el protista con apariencia similar a un hongo: *Phytophthora infestans*. Se manifiesta en la parte aérea de la planta en forma de manchas que inicialmente son de color amarillo, pero poco a poco el tejido muere tomando un color oscuro (Ica, 2011).

Figura 1

Sintomatología de Tizón del lulo o gota en lulo



Fuente: (Ica, 2011)

Para el manejo de la enfermedad se recomienda:

Medidas de prevención ya descritas, adecuada poda de mantenimiento, retirando del cultivo las partes de las plantas afectadas, un control químico mediante rotación de fungicidas a base de cymoxanil, propamocarb y matalaxil, en mezcla con mancozeb, de acuerdo con la recomendación del ingeniero agrónomo asistente técnico (Ica, 2011).

Moho blanco, lama blanca, pudrición algodonosa (*Sclerotinia sclerotiorum*): Es una enfermedad que afecta principalmente tallos, llegando a causar la muerte de toda la planta; es causada por el hongo *Sclerotinia sclerotiorum*. Este patógeno generalmente se encuentra en el suelo y por eso la enfermedad empieza desde la parte inferior de la planta (Ica, 2011).

Figura 2*Sintomatología de Antracnosis del fruto en lulo*

Fuente: (Ica, 2011)

Para el manejo de la enfermedad se recomienda:

Evitar la siembra en suelos que han presentado la enfermedad, poda de tallos y ramas infectadas, en estados tempranos de la enfermedad; el material podado se debe retirar del lote y quemarlo. Se debe proteger los cortes con fungicidas a base de sales de cobre. Eliminación de chupones y hojas bajas. El control químico para esta enfermedad es poco eficaz, debido al rápido crecimiento del patógeno. El uso de fungicidas a base de dicarboximidas puede ser considerado por el asistente técnico. También se considera la aplicación al suelo de hongos antagonistas del género *Trichoderma*, antes de la siembra y del trasplante (Ica, 2011).

Antracnosis del fruto (*Colletotrichum gloesporioides*): Enfermedad favorecida por la alta humedad relativa y por las altas densidades de siembra. Se presenta en forma de manchas necróticas circulares, las cuales toman color negro y provocan el hundimiento del tejido, hasta cubrir todo el fruto, provocando su momificación y caída. En el centro de las manchas se desarrollan pequeñas estructuras de color rosado, las cuales corresponden al hongo causante: *Colletotrichum gloesporioides*.

Figura 3

Sintomatología de Antracnosis del fruto en lulo



Fuente: (Ica, 2011)

Pudrición del tallo por Esclerotium: (*Sclerotium rolfsii*): Enfermedad que ocasiona volcamiento de plántulas en semillero y necrosis en el cuello de las plantas en campo. Se presenta causando lesiones necróticas únicamente en la base de la planta, las cuales provocan marchitamiento general y posteriormente su muerte. Es causada por el hongo *Sclerotium rolfsii*.

Figura 4

Sintomatología de Pudrición del tallo en lulo



Fuente: (Ica, 2011)

Como control de esta enfermedad se recomienda la aplicación al suelo de hongos antagonistas del género *Trichoderma*, antes de la siembra.

Marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*): El hongo causante inicia la infección en el sistema radical, penetrando por las lesiones causadas por las herramientas o los nematodos. Las plantas muestran flacidez y clorosis ascendentes en la medida en que el hongo *Fusarium oxysporum* invade los tejidos vasculares, hasta llegar a su muerte.

Figura 5

Sintomatología de Marchitez vascular en lulo



Fuente: (Ica, 2011)

Agalla radical (*Meloidogyne spp.*): Los nematodos son parásitos que infectan la raíz de la planta formando nudos que impiden la translocación de agua y nutrientes; por esta razón, los síntomas en la parte aérea son clorosis, retraso en el desarrollo, marchitez de las hojas y en general, menor tamaño de la planta. Los nematodos del género *Meloidogyne* afectan numerosas especies vegetales, por lo que una vez llegan a un terreno, su población va en aumento con la siembra sucesiva de plantas susceptibles.

Figura 6

Sintomatología de Agalla radical en hojas de lulo



Fuente: (Ica, 2011)

Algunas de las plagas en la región del Huila son:

Gusano perforador del fruto *Neoleucinodes elegantalis*: El adulto es una polilla de color blanco hialino. La hembra oviposita sobre el cáliz de los frutos que tienen de 45 a 60 días de desarrollo; luego emergen las larvas que se alimentan del fruto dañándolo al formar galerías y ocasionar su caída.

Figura 7

Ataque del gusano perforador del fruto en lulo



Fuente: (Ica, 2011)

Para el manejo de esta plaga se recomienda:

Realizar la recolección semanal y destrucción de frutos afectados, monitoreo de hospederos alternos. Cosecha oportuna y destrucción de residuos de cosecha. Uso de parasitoides tales como *Trichogramma*, *Apanteles* y *Telenomus*. Aplicación de control biológico a base de *Bacillus thuringiensis*, trampas de luz para captura de los adultos desplazándolas del centro hacia la periferia del cultivo.

Picudo de la flor *Anthonomus* sp.: Coleóptero que causa la caída de la flor del lulo. El adulto se alimenta del polen, para lo cual perfora el ovario y los pétalos en varios sitios, provocando el secamiento y caída de la flor.

Figura 8

Picudo de la flor de lulo



Fuente: (Ica, 2011)

Barrenador del tallo *Faustinus* sp: Las hembras de este insecto perforan el tallo para depositar los huevos; cuando emergen las larvas se alimentan de él hasta por treinta días, produciendo agallas que luego se necrosan y caen.

Figura 9*Barrenador del tallo en lulo*

Fuente: (Ica, 2011)

Para el manejo de esta plaga se recomienda:

La Eliminación de plantas afectadas así, como residuos de cosecha. Monitoreo permanente a las plantas, buscando la presencia de aserrín en su base.

En los últimos años debido a la preocupación por los riesgos ambientales que existen en consecuencia del uso inapropiado y prolongado de agroquímicos, haciendo énfasis en el uso de nematicidas, es que se ha promovido el desarrollo de nuevas estrategias de protección de cultivos, siendo el control biológico una de las más importantes. “El control biológico es ahora una estrategia clave para el control de plagas en todo el mundo, y tiene como fundamento el uso de organismos para suprimir la densidad de población o impacto de un organismo plaga”. (Intagri, 2021).

Los agentes de control biológico tienen un efecto importante en la regulación de poblaciones de nemátodos que afectan a los cultivos, además de numerosos organismos como hongos y bacterias. El control biológico con hongos es un área de investigación apasionante y de rápido desarrollo. Los diversos estudios de la relación entre hongos y nemátodos han permitido

hacer diferentes clasificaciones de los agentes de control. Considerando a los hongos que parasitan y los antagonicos (Intagri, 2021).

Hongo Paecilotrópico

Es un agente microbial de uso agrícola, con actividad insecticida y nematicida. El ingrediente activo es el hongo *Paecilomyces lilacinus* con una concentración 1×10^9 esporas/g.

Es un agente microbial con actividad insecticida, formulado en polvo mojable, para aplicación al suelo y follaje, y de acción preventiva (Agroactivocol, 2019).

Aplicaciones Y Usos

El hongo *Paecilomyces lilacinus*, al entrar en contacto con el agua inicia su germinación y actividad enzimática lo que le permite degradar y penetrar la cutícula de los insectos plaga. El hongo coloniza los tejidos del insecto y produce toxinas que finalmente le causan la muerte entre 4 y 7 días después del contacto. Sin embargo, desde el momento de la infección los insectos plagas dejan de ser un problema, ya que pierden movilidad y cesan su alimentación. (Agroactivocol, 2019).

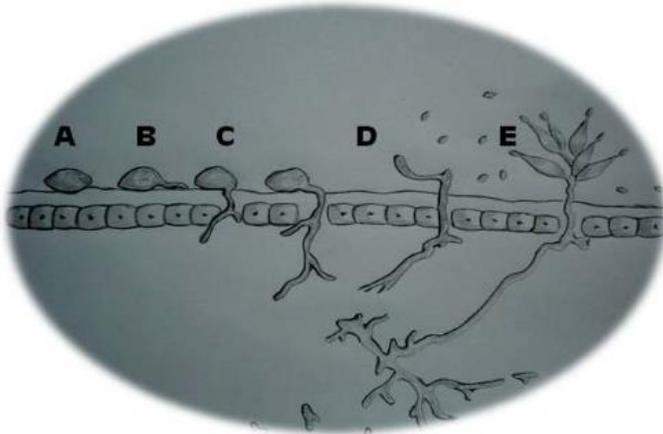
Cuando ingresa al hospedero, el hongo *P. lilacinus* mediante conidias, que se fijan a la pared externa de cuerpo del nemátodo, luego germinan y reproduce más estructuras a través de las cuales penetran en el cuerpo del nemátodo. En el interior del cuerpo del nematodo el hongo toma sus nutrientes del nematodo y se reproduce muy rápidamente emitiendo metabolitos tóxicos que envenenan el nemátodo (causandole deformaciones, vacuolizaciones y pérdida de movimiento) hasta causarle la muerte (Perkins Lda, 2018).

Las toxinas producidas por parte del *P. lilacinus* afectan el sistema nervioso y causan deformación en el estilete de los nematodos que sobreviven, lo que permite reducir el daño y sus

poblaciones. A valores de pH ligeramente ácidos, se producen toxinas que afectan el sistema nervioso de los nematodos (Perkins Lda, 2018).

Figura 10

Modo de Acción de Paecilomyces lilacinus



Nota: Modo de acción de *Paecilomyces lilacinus* a) adhesión de la conidia en el nematodo, b) germinación de la conidia, c) Penetración, d) colonización del hongo en el interior del cuerpo del nematodo, e) crecimiento externo y producción de conidias. Fuente: (Funica, 2009)

Marco referencial

A continuación, se presenta una investigación referente al uso del control biológico en nematodos con el uso de hongos como el *Paecilomyces lilacinus*, en plantaciones de lulo y otros cultivos en donde se encontraron estudios realizados en diferentes regiones del país.

Se puede relacionar el estudio realizado por (Salazar, G., Betancourth, G., & Castillo, M., 2012), en donde se analizó el efecto de hongos biocontroladores sobre los nemátodos del nudo radical *Meloidogyne* sp, en plantaciones de lulo. Patógeno que ha ocasionado pérdidas cercanas al 50% limitando las producciones. La investigación se llevó a cabo en la ciudad de Nariño en un invernadero en donde se practicaron y compararon 3 tratamientos correspondientes al uso de los hongos *Beauveria bassina*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* en concentraciones de 20, 30 y 40 centímetros cúbicos, más un testigo absoluto, con cinco repeticiones y una unidad experimental de 10 plantas.

A los dos meses de edad las plantas se inocularon con cada tratamiento en drench y diez días después se aplicaron en la base de la raíz 10000 huevos de *Meloidogyne* sp en una solución de 50cc. Las variables evaluadas fueron: incidencia y severidad, determinando como criterio de selección para pruebas en campo. En tratamientos con *Paecilomyces* sp a una concentración de 1×10^6 y una dosis de 30 cc y el producto químico (carbofuran), presentaron los más bajos niveles de severidad y los más altos promedios de rendimiento por hectárea. Por lo que se los autores (Salazar, G., Betancourth, G., & Castillo, M., 2012), concluyeron que el control biológico con el hongo *Paecilomyces* sp es una alternativa para el manejo integrado del nematodo del nudo radical.

EL hongo *Paecilomyces* sp, también ha sido utilizado en otros cultivos como la papa criolla, en donde los autores (Cañon, & Sanabria, s,f), evaluaron la evaluación de los hongos

Paecilomyces lilacinus, *Trichoderma harzianum* y *Lecanicillium lecanii*, bajo condiciones de invernadero. Donde se extrajeron los quistes de un suelo infestado proveniente del municipio de Tausa, siguiendo la metodología de Fenwick y se desarrolló la prueba de viabilidad mediante el uso del homogeneizador de Hijsman donde se valoró el efecto de los tratamientos tanto en la población final de quistes como en la viabilidad final de huevos. La investigación se llevó a cabo bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) con una relativización de datos para mejor análisis de las cifras obtenidas. 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.*

Es así como este estudio y otros referentes en donde se ha evaluado el efecto del hongo *Paecilomyces lilacinus*, no solo en lulo sino en otros cultivos, ha corroborado su efectividad para el control de patógenos, sin embargo, no se han encontrado muchas investigaciones sobre el uso de este hongo.

Marco conceptual

Enfermedades

Seres bióticos y abióticos que afectan las plantas se denomina el concepto “Las enfermedades de las plantas son las respuestas de las células y tejidos vegetales a los microorganismos patogénicos o a factores ambientales que determinan un cambio adverso” (Celebisrael, 2014).

Plaga

Organismo que afectan a las plantas comerciales y no comerciales “Es una población de animales fitófagos (se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción” (Cisneros, s.f).

Hongos nematófagos

Este grupo diverso de hongos se caracteriza por colonizar y parasitar a nemátodos con la finalidad de obtener sustancias nutritivas de éstos. Algunos son parásitos obligados de nemátodos, pero la mayoría son saprófitos facultativos; es decir, que cuando no hay nemátodos pueden alimentarse de materia orgánica en descomposición. Algunos hongos nematófagos pueden usar distintas estructuras para infectar a los nemátodos en sus etapas migratorias, normalmente por adhesión de esporas o hifas especializadas que pueden penetrar la cutícula del nemátodo (Intagri, 2021).

Los hongos que son parásitos obligados inician su infección mediante esporas, éstas pueden ser ingeridas por los nemátodos y germinar en su sistema digestivo y romper a través de su pared, o pueden adherirse a la cutícula del nemátodo y penetrar directamente. Los hongos nematófagos suelen dividirse en cuatro grupos de acuerdo a su modo de acción contra los nematodos; a continuación, se describen brevemente:

Hongos depredadores

Son hongos que atrapan a nemátodos en movimiento utilizando estructuras de captura de varias formas y tamaños. No son específicos, de modo que pueden atrapar a todas las especies que viven en el suelo. Sus estructuras pueden ir desde simples hifas cubiertas de secreciones pegajosas hasta estructuras mucho más complejas como redes tridimensionales adhesivas. Otras estructuras especializadas son las esporas adhesivas, “perillas” adhesivas y “anillos” de constricción (Intagri, 2021).

Hongos endoparásitos

En su mayoría son parásitos obligados y tienen amplia gama de hospederos (nemátodos). Suelen pasar una parte de su ciclo vegetativo dentro del nemátodo. Su forma de infección es mediante esporas (conidios o zoosporas), las cuales pueden ser ingeridas o se adhieren firmemente a la cutícula del nemátodo. Estas estructuras germinan dentro del nemátodo para finalmente invadirlos completamente. Un ejemplo de este tipo de hongos es *Hirsutella rhossiliensis* el cual ha mostrado ser capaz de disminuir la invasión por nemátodos como *Meloidogyne javanica*, *Heterodera avenae*, *H. glycines* y *Criconea xenoplax*. Las adiciones de estiércol al suelo favorecen el incremento de poblaciones de estos tipos de hongos (Intagri, 2021).

Hongos parásitos de huevos y hembras

En contraste con los nemátodos migratorios, algunas especies de nemátodos fitopatógenos pasan la mayor parte de su ciclo de vida dentro de las raíces de las plantas o en su superficie en los quistes y/o agallas. Estas estructuras persisten en el suelo y son un sustrato selectivo para la colonización fúngica (Intagri, 2021).

Hongos productores de toxinas

Estos hongos secretan una toxina que inmoviliza a los nemátodos antes de la penetración de las hifas en la cutícula del nemátodo. Es muy probable que estos compuestos tengan rasgos nematicidas o actividad “nematostática”. Su papel aun es poco difundido, pero *Pleurotus ostreatus* es un hongo que produce gotitas de una potente toxina que inmoviliza rápidamente a los nemátodos. *Catenaria anguillulae* también ha mostrado ser efectiva por la rapidez con la que los embriones de nemátodos murieron, la cual sugiere que se debe a la actividad de una toxina secretada por este hongo (Intagri, 2021).

Marco contextual

El municipio de Pitalito es un municipio colombiano ubicado al sur del departamento del Huila, sobre el valle del río Grande de la Magdalena, a 180 km de la capital Neiva. Es el segundo municipio más poblado del departamento del Huila y es considerado como el mayor productor de café de Colombia, siendo epicentro de producción el corregimiento de Bruselas. En varias ocasiones ha sido premiado con la «Taza de la excelencia». También en el sector agrícola se producen productos frutales de clima frío moderado entre los cuales están: la Granadilla, Mora, Lulo y Golupa. (Huila, s,f).

Para la realización del presente proyecto se escogió la finca la Fortuna vereda San francisco Municipio de Pitalito, la cual comprende las siguientes condiciones climáticas.

Tabla 1

Especificación de las condiciones del lugar del proyecto

Condiciones del lugar del proyecto	
Ubicación de la zona	Municipio de Pitalito – Huila, finca La Fortuna ubicada en la vereda San Francisco.
Altitud	1.259 msnm
Coordenadas Geográficas	1° 51' 16" norte y 76° 3' 6" oeste
Temperatura Promedio	17 a 26 ° C
Precipitación anual	3246 mm al año

Fuente: (Huila, s,f).

Metodología

Esta propuesta se realizó con el objetivo de comprobar los efectos del control de nematodos en una hectárea de lulo con 1800 plantas, con la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* en la finca la Fortuna de la vereda San Francisco del municipio de Pitalito – Hula.

Donde se tuvo en cuenta que los nematodos son parásitos que infectan la raíz de la planta formando nudos que impiden la translocación de agua y nutrientes; por esta razón es que se encuentran síntomas en la parte aérea como la clorosis, retraso en el desarrollo, marchitez de las hojas y en general, menor tamaño de la planta. Como se muestra a continuación.

Para lo que se realizó el diagnóstico de las dificultades del cultivo de Lulo con las afectaciones de nematodos, mediante un muestreo de 180 plantas que representan el 10% del cultivo. Dentro del cultivo con un recorrido en zigzag, donde se realizó la recolección de información sobre el estado de las plantas identificadas, en hojas, tallo y raíz.

Luego se dio paso a la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* en campo. Para la adquisición del producto biológico en el mercado se encontró la presentación comercial con el nombre Innovak – NemaRoot, producto a base de conidios del Hongo *Paecilomyces lilacinus*, el cual fue disuelto en agua con 100 gramos por 20 litros de agua, y fue aplicado por drench con 3 aplicaciones, 1 aplicación en el desarrollo, 1 al finalizar la floración y otra aplicación durante el desarrollo de frutos a cada una de las plantas anteriormente identificadas dentro del cultivo.

Luego de la aplicación se realizó la observación en campo para comprobar los efectos en el control de nematodos, donde se realizó registros en un formulario en campo sobre el estado de la planta, en hojas, tallo y raíz.

Los resultados de la aplicación del biológico se compararon con el testigo, observando el estado encontrado de las plantas en un registro en campo. Es así como se realizó un análisis de

los resultados utilizando el programa estadístico Microsoft Excel en el que se almacenó, tabuló y graficó la información.

Tabla 2

Descripción de los tratamientos a emplear

Tratamiento	Descripción
Tratamiento con aplicación de <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Se aplicó el biológico disuelto en agua con 100 gramos por 20 litros de agua, por drench con 3 aplicaciones, 1 en el desarrollo, 1 al finalizar la floración y 1 durante el desarrollo de frutos.
Testigo	No se aplicarán bio controladores

Fuente: Autores.

Resultados

Objetivo 1: Diagnosticar las dificultades del cultivo de Lulo con las afectaciones de nematodos en la finca la Fortuna de la vereda San Francisco del municipio de Pitalito – Huila.

Tras la realización de monitoreo dentro del cultivo se realizó un muestreo de plantas en zigzag, siendo la muestra de 180 plantas, de las cuales se escogieron al azar 10 plantas como submuestra y se registró la información encontrada tras la observación en hojas, tallos y raíces, y se plasmaron en un registro.

Tabla 3

Resultado de dificultades del cultivo con sintomatología observadas en el cultivo por ataque de nemátodos

Fecha	No. Plantas	Síntomas en Hojas	Síntomas en Tallo	Síntomas en Raíz	Observaciones
12/02/2022	1	x	x	x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos prematura. En tallo se presenta mancha de color oscuro. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
12/02/2022	2	x		x	La planta presenta pobre desarrollo foliar. En hojas se

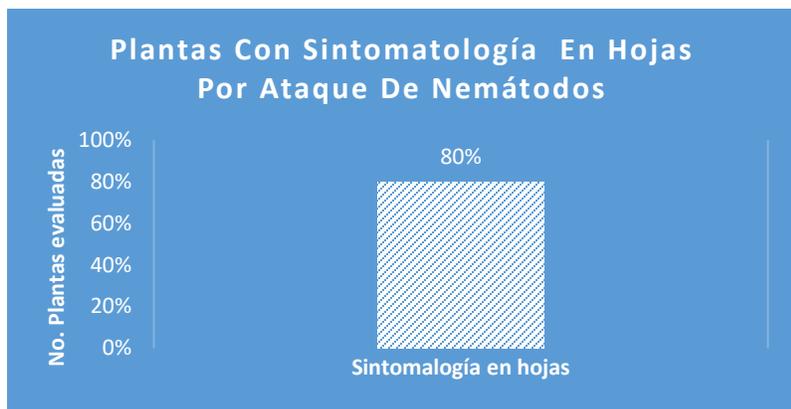
					evidencia clorosis. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
12/02/2022	3	x		x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos prematura. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
12/02/2022	4	x		x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo. En hojas se evidencia clorosis. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
12/02/2022	5	x	x	x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis. En tallo se presenta mancha de color oscuro. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
12/02/2022	6				No se evidenció síntoma alguno.

12/02/2022	7	x	x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos prematura. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
12/02/2022	8			No se evidenció síntoma alguno.
12/02/2022	9	x	x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos prematura. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
12/02/2022	10	x	x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos prematura. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
Total,				
plantas		8	2	8
afectadas				

Fuente: Autor

Figura 11

Porcentaje de plantas con sintomatología hojas por ataque de nemátodos



Fuente: Autor

De acuerdo con la anterior gráfica es posible identificar el 80% de las plantas evaluadas presentaron síntomas en hojas Siendo en campo donde se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo y las hojas se evidenciaron con clorosis.

Figura 12

Plantas de lulo con síntomas en tallo por ataque de nemátodos



Fuente: Autor

De acuerdo con la anterior gráfica es posible identificar que el 20% de las plantas evaluadas presentó síntomas en el tallo. Siendo en campo donde se evidencio tallos con mancha de color oscuro.

Figura 13

Porcentaje Plantas de lulo con sintomatología en tallo por ataque de nemátodos



Autor

De acuerdo con la anterior gráfica es posible identificar que el 80% de las plantas evaluadas presentaron síntomas en las raíces debido al ataque por nemátodos. Siendo en campo donde se evidencio raíces con agallas y nudosidades.

Objetivo 2: Comprobar los efectos del control de nematodos diagnosticados en campo con la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* y un testigo, en la finca la Fortuna de la vereda San Francisco del municipio de Pitalito – Hula.

Luego de identificar el porcentaje de plantas con síntomas en sus estructuras tras ser atacadas por nemátodos presentes en el cultivo, se realizó la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* en 5 de las 10 plantas seleccionadas. La aplicación fue drench con 3 aplicaciones, 1 aplicación en el desarrollo, 1 al finalizar la floración y otra aplicación durante el desarrollo de frutos.

De las 10 plantas seleccionadas se dejó 5 plantas sin la aplicación del biológico donde se obtuvo los siguientes resultados, (tratamiento testigo)

Tabla 4

Resultados de aplicación de control biológico y testigo

Plantas con aplicación del biológico <i>Paecilomyces lilacinus</i>					
Último					
periodo de aplicación	Plantas	Síntoma Hojas	Síntoma Tallo	Síntoma Raíz	Observaciones
n					
09/04/2022	1	0%	0%	0%	Se identificó una planta vigorosa. La maduración de frutos es proporcional a la edad de la planta. El tallo se presenta vigoroso. En raíces no se evidenció agallas o nudosidades.
09/04/2022	2	0%	0%	0%	Se identificó una planta vigorosa. La maduración de frutos es proporcional a la edad de la planta. El tallo se presenta vigoroso. En raíces no se evidenció agallas o nudosidades.

09/04/2022	3	0%	0%	0%	Se identificó una planta vigorosa. La maduración de frutos es proporcional a la edad de la planta. El tallo se presenta vigoroso. En raíces no se evidenció agallas o nudosidades.
<hr/>					
09/04/2022	4	0%	0%	0%	Se identificó una planta vigorosa. La maduración de frutos es proporcional a la edad de la planta. El tallo se presenta vigoroso. En raíces no se evidenció agallas o nudosidades.
<hr/>					
09/04/2022	5	0%	0%	0%	Se identificó una planta vigorosa. La maduración de frutos es proporcional a la edad de la planta. El tallo se presenta vigoroso. En raíces no se evidenció agallas o nudosidades.
<hr/>					

Total,					
plantas		0%	0%	0%	
afectadas					
Plantas con tratamiento testigo					
Último	Plantas	Síntoma	Síntoma en	Síntoma en	Observaciones
periodo de		en Hojas	Tallo	Raíz	
aplicación					
09/04/2022	1	x	x	x	
					Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos prematura. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.
09/04/2022	2	x	x	x	
09/04/2022	3	x	x	x	
	4	x	X	x	Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos

prematura. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.

09/04/2022

Se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidencia clorosis, maduración de frutos prematura. En raíces se evidenció agallas y nudosidades.

09/04/2022 5 x x x

Total,

plantas

afectadas 5% 5% 5%

Nota: Se obtuvo los resultados de la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* en 5 plantas y el tratamiento testigo en 5 plantas, del total de 10 plantas seleccionadas de la submuestra.

Fuente: Autor.

Objetivo 3: Analizar los resultados obtenidos del control de nematodos con la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* comparado con el tratamiento testigo, en la finca la Fortuna de la vereda San Francisco del municipio de Pitalito – Hula.

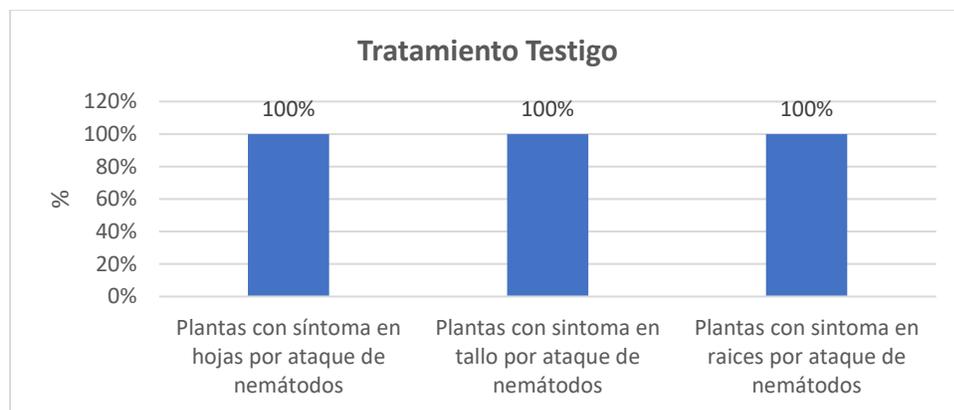
Resultados aplicación biológico *Paecilomyces lilacinus*

Es de manifestar que, de acuerdo con los resultados obtenidos tras la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus*, después de la última aplicación en cinco de las 10 plantas seleccionadas, se evidenciaron plantas vigorosas. Donde la maduración de frutos es proporcional a la edad de la planta. Donde el tallo se evidencia libre de síntomas y un estado vigoroso. En sus raíces no se evidenció agallas o nudosidades.

Resultados Tratamiento testigo

Figura 14

Resultado de tratamiento testigo, sin la aplicación del biológico



Fuente: Autor

Por otro lado, de acuerdo con la anterior figura es posible comentar que para el tratamiento testigo, el 100% de las plantas presentó síntomas en hojas, tallo y raíces, donde la planta siguió presentando bajo desarrollo y marcado enanismo. En hojas se evidenció clorosis, maduración de frutos prematura. En tallo machas negras y en raíces se evidenció agallas y nudosidades.

Tabla 5

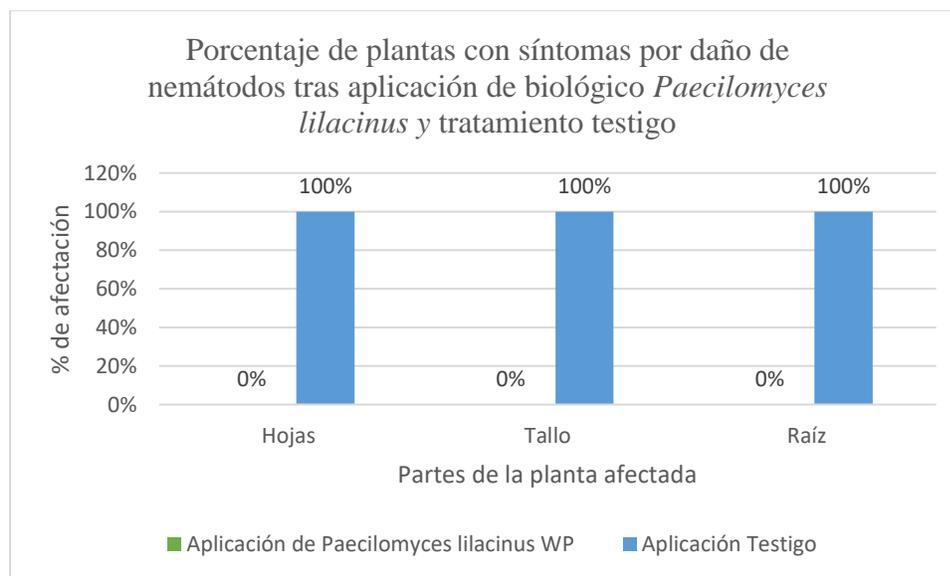
Comparación de aplicación de tratamientos con Paecilomyces lilacinus y tratamiento testigo

	Aplicación de <i>Paecilomyces lilacinus</i>	Aplicación Testigo
Evidencia de síntomas		
Hojas	0%	100%
Tallo	0%	100%
Raíz	0%	100%

Nota: comparación de aplicación de tratamiento con *Paecilomyces lilacinus* en 5 plantas y aplicación de tratamiento testigo en 5 plantas, para un total de 10 plantas de la submuestra. Fuente: Autor.

Figura 15

Porcentaje de plantas con síntomas tras aplicación de Paecilomyces lilacinus y testigo



Fuente: Autor

Teniendo en cuenta la anterior figura es posible identificar que el control de nematodos con la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus* fue altamente eficiente ya que de las 5 plantas evaluadas el 100% de estas recuperaron su estado saludable, comparado con el tratamiento testigo, en donde de las 5 plantas evaluadas, el 100% de estas siguieron manifestando síntomas en hojas, tallos y raíces, por ataque de nemátodos.

Discusión

Es posible comentar de acuerdo con el Instituto Colombiano Agropecuario (Ica, 2011), los nemátodos del género *Meloidogyne* spp, afectan a numerosas especies vegetales, entre estos frutales como el lulo, en donde estos infectan la raíz de la planta formando nudos que impiden la translocación de agua y nutrientes. Es por esta razón, que los síntomas que se logran evidenciar en las plantas son clorosis en la parte aérea es decir en las hojas, así como un notable retraso en el desarrollo de la planta, marchitez de las hojas y en general, menor tamaño de la planta.

Lo anterior concuerda con lo obtenido en el presente proyecto en donde las plantas evaluadas presentaron poco desarrollo, clorosis en sus hojas, maduración de frutos prematura, así como en raíces se evidenció agallas y nudosidades. Pues es posible resaltar que la planta a la falta de nutrientes aportados desde las raíces en donde nemátodos como los del género *Meloidogyne* spp, impiden esta función, dejando a la planta con pocos nutrientes provocando su marchitamiento y baja productividad.

Es de comentar que los nematodos del género *Meloidogyne* al afectar diferentes especies vegetales, una vez a el terreno aumenta su población gracias a condiciones que los favorece como es la humedad, lo que a la vez promueve más aumento en la susceptibilidad de las plantas.

Tras la evaluación del efecto del hongo (*Paecilomyces lilacinus*), autores como (Salazar, G., Betancourth, G., & Castillo, M., 2012), concluyeron que el control biológico con el hongo *Paecilomyces* sp es una alternativa para el manejo integrado del nematodo del nudo radical. Lo que respalda los resultados del presente estudio en donde el efecto del hongo (*Paecilomyces lilacinus*), al ser aplicado a tiempo promovió al restablecimiento del estado vigoroso de las plantas, permitiendo obtener buenos resultados en la producción del cultivo.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados del proyecto aplicado fue posible identificar que, de las 180 plantas, se obtuvo un 80% de plantas con síntomas en hojas, tallos y raíces. Siendo en campo donde se identificó que la planta presenta poco desarrollo y marcado enanismo y las hojas se evidenciaron con clorosis. En tallo se presentó mancha de color oscuro y en raíces se evidenció agallas y nudosidades. Es por esta razón, por las nudosidades en las raíces que los síntomas evidenciados en las plantas son clorosis y marchitez en hojas, retraso del desarrollo de la planta, provocando que la planta reciba pocos nutrientes y por ende una baja productividad.

De acuerdo con la evaluación de la aplicación del biológico *Paecilomyces lilacinus*, se concluyó que este fue altamente eficiente ya que sobre las plantas evaluadas el 100% de estas recuperaron su estado saludable, comparado con el tratamiento testigo, en donde el restante de las plantas a las que no se les aplicó el *Paecilomyces lilacinus*, el 100% de estas siguieron manifestando daños en hojas, tallos y raíces.

Por lo que se consideró altamente eficiente el uso de del biológico *Paecilomyces lilacinus* sobre plantas de lulo para mitigar los daños provocados por nemátodos.

Recomendaciones

Se recomienda a los productores actividades de prevención y monitoreo dentro del cultivo, en donde de acuerdo con la presencia de plagas y síntoma de enfermedades se realice una adecuada poda de mantenimiento, retirando del cultivo las partes de las plantas afectadas.

Se recomienda un control de arvenses como actividad dentro del plan de prevención, en donde con esta actividad se promueve la reducción de la humedad evitando presencia de enfermedades.

Se recomienda realizar la poda de formación y la deschuponada, ya que al retirar los brotes del tallo también permite reducir la humedad dentro del cultivo y, por ende, reducir la presencia de patógenos.

Lo anterior junto con actividades de monitoreo como es la observación de hojas, tallos, flores, frutos y raíces de las plantas, permite reducir costos en químicos para el manejo de plagas y enfermedades.

Bibliografía

- Agroactivocol. (2019). Ficha Técnica Paecilotrópico. <https://agroactivocol.com/wp-content/uploads/2017/05/PAECILOTR%C3%93PICO-WP.pdf>
- Agroactivocol. (2022). Control Biológico De Plagas Y Enfermedades. <https://agroactivocol.com/manejo-integrado-y-preventivo-de-plagas/control-biologico-de-plagas-y-enfermedades/#:~:text=El%20control%20biol%C3%B3gico%20de%20plagas,que%20cumplen%20con%20funciones%20alelop%C3%A1ticas.>
- Celebisrael. (2014). Enfermedades de las plantas. <http://fotosdeinsec.blogspot.com/2014/>
- Cisneros, (s.f). Definición de Plaga Agrícola. <https://hortintl.cals.ncsu.edu/es/content/definici%C3%B3n-de-plaga-agr%C3%ADcola>
- Cañon, & Sanabria. (s,f). 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. <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/764>
- Corrales, S. P., Varón de Agudelo, F., & Barrera Marin, N. (1999). Reconocimiento de nematodos y efecto de Meloidogyne spp. En el cultivo de lulo *solanum quitoense* lam. Acta Agronómica, 49(3 y 4), 43–47. https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/47952
- Funica. (2009). Uso y manejo de Paecilomyces lilacinus para el control de nematodos. <https://docplayer.es/48493800-Guia-uso-y-manejo-de-paecilomyces-lilacinus-para-el-control-de-nematodos.html>
- Huila. (s,f). Pitalito. <https://huila.com/pitalito/>

Huila Unido. (2006). Manual Técnico Cultivo de Lulo.

<https://www.huila.gov.co/loader.php?IServicio=Tools2&ITipo=descargas&IFuncion=descargar&idFile=20224>

ICA, (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de Lulo.

<https://www.ica.gov.co/getattachment/de9f2f66-898a-45b8-848d-0c49a23ca70c/Manejo-Fitosanitario-del-cultivo-del-lulo-Solanum.aspx#:~:text=Los%20nematodos%20son%20par%C3%A1%20sitios%20que,menor%20tama%C3%B1o%20de%20la%20planta.>

Intagri, (2021). Control Biológico de Nemátodos Fitopatógenos.

<https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-biologico-de-nematodos-fitopatogenos>

La voz de la Región. (2020). 300 familias damnificadas por temporada invernal en el Huila.

Recuperado de: <https://lavozdelaregion.co/300-familias-damnificadas-por-temporada-invernal-en-el-huila/>

Perkinsltda. (2018). Paecilomyces Lilacinus. <http://perkinsltda.com.co/services/paecilomyces-lilacinus/>

Ica. (2011). Manejo Fitosanitario del Cultivo de Lulo (*solanum quitoense* Lam), medidas para la temporada invernal. [https://www.ica.gov.co/getattachment/de9f2f66-898a-45b8-848d-0c49a23ca70c/manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-lulo-\(solanum.aspx](https://www.ica.gov.co/getattachment/de9f2f66-898a-45b8-848d-0c49a23ca70c/manejo-fitosanitario-del-cultivo-de-lulo-(solanum.aspx)

Salazar, G., Betancourth, G., & Castillo, M. (2012). Efecto De Controladores Biológicos Sobre El Nematodo Meloidogyne Spp En Lulo (*Solanum quitoense* Lam). Revista de ciencias agrícolas. (2). Pp, 12. [nematodohttps://revistas.udenar.edu.co](https://revistas.udenar.edu.co)

Apéndices

Apéndices A. Formulario de registro de plantas de lulo con síntomas por ataque de nemátodos

Monitoreo de afectación de plantas de Lulo por nemátodos					
Finca		La fortuna	Ciudad:		Pitalito
Cultivo:		Lulo	Área		10000 m2
Fecha	Plantas	Afectación en Hojas	Afectación en Tallo	Afectación en Raiz	Observaciones
Total plantas afectadas					

Apéndice B. Planta de Lulo con síntoma de clorosis en hojas tras ataque de nemátodos



Apéndice C. Planta de Lulo con sintomatología en raíces por ataque de nemátodos



Apéndice D. Estado de plantas tras la aplicación de del biológico *Paecilomyces lilacinus*

