	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 8</b>

16.

<b>FECHA</b>	Martes, 26 de septiembre de 2019
--------------	----------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad


<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Facativá
<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
<b>FACULTAD</b>	Ciencias Agropecuarias
<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Agronómica

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
PAEZ CUERVO	MÓNICA DANIELA	1.075.676.130

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
 Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 2 de 8</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
CUBILLOS PEDRAZA	DANNY DANIEL

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS NATIVOS PRESENTES EN ECOSISTEMAS DE PALMA DE ACEITE EN LA ZONA ORIENTAL Y SUROCCIDENTAL DE COLOMBIA.

<b>SUBTÍTULO (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)</b>

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía INGENIERIA AGRONOMICA</b>

<b>AÑO DE EDICION DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
26/11/2019	45p

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS (Usar 6 descriptores o palabras claves)</b>	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Nematodos entomopatogenos	Entomopathogenic nematodes
2.Palma de aceite	Oil palm
3.Colombia	Colombia
4.Galleria mellonella	Galleria mellonella
5. Control biológico	Biological control

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 8</b>

## RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Los nematodos entomopatógenos NEPs de los géneros *Steinernema* sp y *Heterorhabditis* sp son usados como controladores biológicos de insectos plaga que principalmente habitan la mayor parte de su ciclo de vida en el suelo. En este estudio se realizó el aislamiento de NEPs nativos y provenientes de suelos donde se encuentra establecido el cultivo de palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en la Zona Oriental y Suroccidental de Colombia. La recuperación de los NEPs se realizó de muestras de suelo llevadas al laboratorio del Campo Experimental Palmar de las Corocoras de Cenipalma, usando la técnica de insectos trampa con larvas de *Galleria mellonella* L. con el propósito de aislar y evaluar los organismos encontrados. Se aislaron seis especies nativas provenientes de plantaciones de la Zona oriental del país (San Carlos de Guaroa, Puerto Gaitan y San Martín departamento del Meta) las cuales correspondieron al género *Heterorhabditis* sp., estos nuevos especímenes encontrados fueron ingresados y codificados para la colección de entomopatógenos de Cenipalma y se mantendrán los aislamientos para futuros estudios en evaluación y eficacia como controladores biológicos.

The entomopathogenic nematodes NEPs of the genera *Steinernema* sp and *Heterorhabditis* sp are used as biological controllers of pest insects that mainly inhabit most of their life cycle in the soil. In this study the isolation of native and native NEPs from soils where oil palm cultivation (*Elaeis guineensis* Jacq) in the Eastern and Southwestern Zone of Colombia is established. The recovery of the NEPs was carried out from soil samples taken to the laboratory of the Palmar Experimental Field of the Corocoras of Cenipalma, using the technique of larval trap insects of *Galleria mellonella* L. with the purpose of isolating and evaluating the organisms found. Six native species from plantations in the eastern part of the country (San Carlos de Guaroa, Puerto Gaitan and San Martín department of Meta) were isolated, which corresponded to the genus *Heterorhabditis* sp., These new found specimens were entered and coded for the collection of entomopathogens of Cenipalma and isolates will be maintained for future studies in evaluation and efficacy as biological controllers.

## AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:

Marque con una "X":

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2




<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 4 de 8</b>

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>S I</b>	<b>N O</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b> <b>PAGINA: 5 de 8</b>

legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*”, los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado. **SI  NO** .

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**

Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
 Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
 www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
 NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 8</b>

d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.

f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.

h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”

i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.




j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.



**Nota:**

Si el documento se basa en un trabajo que ha sido patrocinado o apoyado por una entidad, con excepción de Universidad de Cundinamarca, los autores

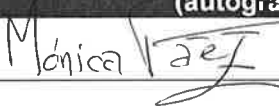
	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAR113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>PAGINA: 7 de 8</b>

garantizan que se ha cumplido con los derechos y obligaciones requeridos por el respectivo contrato o acuerdo.

La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

<b>Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)</b>	<b>Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)</b>
AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS NATIVOS PRESENTES EN ECOSISTEMAS DE PALMA DE ACEITE EN LA ZONA ORIENTAL Y SUROCCIDENTAL DE COLOMBIA.pdf	Texto

En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

<b>APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>FIRMA (autógrafo)</b>
Mónica Daniela Pàez Cuervo	

12.1.40



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 8 de 8</b>

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
[www.ucundinamarca.edu.co](http://www.ucundinamarca.edu.co) E-mail: [info@ucundinamarca.edu.co](mailto:info@ucundinamarca.edu.co)  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



**AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS NATIVOS  
PRESENTES EN ECOSISTEMAS DE PALMA DE ACEITE EN LA ZONA  
ORIENTAL Y SUROCCIDENTAL DE COLOMBIA.**

**Realizado por**

**MÓNICA DANIELA PÁEZ CUERVO**

**Opción de grado modalidad pasantía para optar el título de  
INGENIERO AGRÓNOMO.**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA  
FACATATIVÁ, 2019**

**AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS NATIVOS  
PRESENTES EN ECOSISTEMAS DE PALMA DE ACEITE EN LA ZONA  
ORIENTAL Y SUROCCIDENTAL DE COLOMBIA.**

**Realizado por**

**MÓNICA DANIELA PÁEZ CUERVO**

**Director**

**DANNY DANIEL CUBILLOS PEDRAZA**

**Profesor asociado Universidad de Cundinamarca Extensión Facatativá**

**Codirector**

**MIRIAM ROSERO GUERRERO**

**I.A, MSc- Ciencias agrarias; Asistente de investigación Cenipalma Zona Oriental.**

**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONÓMICA  
FACATATIVÁ, 2019**

**AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS NATIVOS  
 PRESENTES EN ECOSISTEMAS DE PALMA DE ACEITE EN LA ZONA  
 ORIENTAL Y SUROCCIDENTAL DE COLOMBIA.**

Presentado por:

MÓNICA DANIELA PÁEZ CUERVO

Aprobada

---

Danny Daniel Cubillos Pedraza

Director

---

Ing. Álvaro Alfonso Bernal Bernal

Jurado

---

Ing. Miriam Rosero Guerrero

Codirector

---

Pedro Renaldo Padilla González

Jurado

---

Ing. Carlos Alberto Calderón Ricardo

Coordinador Programa Ing. Agronómica

Facatativá 2019

## Tabla de contenido

1-	Resumen .....	5
2-	Abstract .....	6
3-	INTRODUCCIÓN .....	7
4-	JUSTIFICACIÓN.....	10
5-	OBJETIVOS.....	13
5.1	Objetivo general.....	13
5.2	Objetivos específicos .....	13
6-	MARCO TEÓRICO .....	14
6.1	El Manejo integrado de plagas en la palma de aceite ( <i>Elaeis guineensis</i> Jacq) ....	14
6.2	Nematodos entomopatógenos NEPs .....	15
6.3	Control biológico y uso de nematodos entomopatógenos .....	16
7-	DISEÑO METODOLÓGICO .....	18
7.1	Cría de <i>Galleria mellonella</i> L. ....	18
7.2	Procesamiento y evaluación de muestras de suelo colectadas.....	19
7.3	Cámaras White para recuperación de NEPs. ....	23
8-	RESULTADOS .....	26
8.1	Plantación Ocarraiva, Puerto Gaitán (Meta).....	28
8.2	Giramena, San Carlos de Guaroa (Meta).....	30
8.3	Plantación Sillatava, Puerto Gaitán (Meta).....	31
8.4	Plantación Palmasol 2, San Martín (Meta) .....	33
8.5	Plantación Tenampa, Puerto Gaitán (Meta).....	34
8.6	Giramena, San Carlos de Guaroa (Meta).....	36
8.7	Creación de registros y multiplicación <i>invivo</i> de NEPs.....	37
8.8	Aislamientos obtenidos en la Zona oriental del genero <i>Heterorhabditis</i> sp.....	39
8.9	Ciclo de vida de <i>Heterorhabditis</i> sp dentro de larvas de <i>G. mellonella</i> . ....	39
9-	CONCLUSIONES .....	41
10-	RECOMENDACIONES .....	42
11-	BIBLIOGRAFÍA.....	43

# **AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATÓGENOS NATIVOS PRESENTES EN ECOSISTEMAS DE PALMA DE ACEITE EN LA ZONA ORIENTAL Y SUROCCIDENTAL DE COLOMBIA.**

## **1- RESUMEN**

Los nematodos entomopatógenos NEPs de los géneros *Steinernema* sp y *Heterorhabditis* sp son usados como controladores biológicos de insectos plaga que principalmente habitan la mayor parte de su ciclo de vida en el suelo. En este estudio se realizó el aislamiento de NEPs nativos y provenientes de suelos donde se encuentra establecido el cultivo de palma de Aceite (*Elaeis guineensis* Jacq) en la Zona Oriental y Suroccidental de Colombia. La recuperación de los NEPs se realizó de muestras de suelo llevadas al laboratorio del Campo Experimental Palmar de las Corocoras de Cenipalma, usando la técnica de insectos trampa con larvas de *Galleria mellonella* L. con el propósito de aislar y evaluar los organismos encontrados. Se aislaron seis especies nativas provenientes de plantaciones de la Zona oriental del país (San Carlos de Guaroa, Puerto Gaitan y San Martín departamento del Meta) las cuales correspondieron al género *Heterorhabditis* sp., estos nuevos especímenes encontrados fueron ingresados y codificados para la colección de entomopatógenos de Cenipalma y se mantendrán los aislamientos para futuros estudios en evaluación y eficacia como controladores biológicos.

**Palabras clave:** Nematodos entomopatogenos, Palma de Aceite, Colombia, *Galleria mellonella* L., Control biológico.

## 2- ABSTRACT

The entomopathogenic nematodes NEPs of the genera *Steinernema* sp and *Heterorhabditis* sp are used as biological controllers of pest insects that mainly inhabit most of their life cycle in the soil. In this study the isolation of native and native NEPs from soils where oil palm cultivation (*Elaeis guineensis* Jacq) in the Eastern and Southwestern Zone of Colombia is established. The recovery of the NEPs was carried out from soil samples taken to the laboratory of the Palmar Experimental Field of the Corocoras of Cenipalma, using the technique of larval trap insects of *Galleria mellonella* L. with the purpose of isolating and evaluating the organisms found. Six native species from plantations in the eastern part of the country (San Carlos de Guaroa, Puerto Gaitan and San Martin department of Meta) were isolated, which corresponded to the genus *Heterorhabditis* sp., These new found specimens were entered and coded for the collection of entomopathogens of Cenipalma and isolates will be maintained for future studies in evaluation and efficacy as biological controllers.

**Keywords:** Entomopathogenic nematodes, Oil palm, Colombia, *Galleria mellonella* L., Biological control.

### 3- INTRODUCCIÓN

El manejo integrado de plagas MIP, guiado hacia la producción agrícola debe pensar y diseñar estrategias que reduzcan los niveles de la población del insecto plaga, buscando que la aplicación de plaguicidas sea mínima y eligiendo porque este sea una alternativa de prevención al fitófago y no un método de control de emergencia cuando ya se encuentra establecida la plaga y causando daños económicos en el cultivo. Las estrategias de control en el MIP pueden ir de la mano o solas, pero siempre apuntan hacia una reducción de la población del insecto plaga gracias a una detección temprana y sin que este problema traspase el umbral de daño económico en el cultivo.

Al implementar un plan de manejo integrado de plagas se busca: disminuir el impacto ambiental en el agroecosistema sin manejar de manera aislada los problemas puntuales de la relación planta e insecto fitófago, reducción de la inversión económica y de plaguicidas, disminución de poblaciones plaga y un manejo sostenible de los recursos naturales generando producciones limpias. (Calvache, 2001). La práctica de manejo tradicional en el MIP es el control químico, la cual suele llevar a problemas fitosanitarios más grandes como la acumulación de residuos químicos en el ecosistema, resistencia a los compuestos activos, eliminación por deriva de poblaciones de enemigos naturales de las plagas entre otras; es necesario que exista una dinámica de prácticas y controles culturales, biológicos, mecánicos y etológicos, que beneficie al productor y su cultivo pues reducirá al mínimo las pérdidas económicas (Darus & Basri, 2000).

En el cultivo de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) las estrategias y técnicas usadas en el MIP no deben depender de una sola y no pueden ser para un solo blanco biológico,

pues se convierte en algo imperioso el uso de distintas técnicas de manejo que puedan ir combinadas para lograr el establecimiento, desarrollo del cultivo y producción de fruto sin la presencia de problemas fitosanitarios graves (Calvache, 1991). Es así que el control biológico, se vuelve una alternativa sostenible y rentable para el palmicultor, medio ambiente y el ecosistema, pues su manejo es sencillo y son los mismos enemigos naturales de la plaga los que mantienen la población baja, aumentando la probabilidad de que el organismo que se está usando como controlador se incorpore en el agroecosistema. (Reyes, 1991)

En condiciones de campo y en sus hábitats naturales los insectos entomófagos y los microorganismos entomopatógenos pueden ser potenciales controladores y enemigos naturales de los insectos plaga de la palma de aceite; así sucede con los nematodos entomopatógenos (NEPs) pues se pueden hallar de forma natural en el suelo mediante la recolección de muestras que son retiradas de cultivos dedicados a la producción agrícola. Para su recuperación se utilizan insectos trampa usados como cebo, uno de los más comunes en esta metodología es la *Galleria mellonella* (Linnaeus) (Lepidoptera: Cydnidae), y otros usualmente usados como: *Phyllophaga* sp, *Spodoptera frugiperda*, *Bombix mori* entre otros lepidópteros El aislamiento de NEPs es realizado *In vivo*, pues la recuperación de los nematodos se realiza mediante una metodología denominada cámaras white, donde los nematodos se alimentan, desarrollan y se reproducen en las larvas de *G. mellonella*. (Bustillo, 2014).

Al ser nematodos específicos de insectos, sus principales géneros y que muestran particularidades por ser los más estudiados y usados a nivel mundial como controladores biológicos de plagas en cultivos agrícolas son: *Steirnerema* y *Heterorhabditis*, apuntando



a ser alternativa en el manejo de insectos de distintos órdenes (Lepidópteros, hemípteros, coleópteros y dípteros) pues poseen características deseables para los NEPs (Melo, 2009). La amplia susceptibilidad, rápida infección, alta capacidad de búsqueda, alta adaptabilidad para sobrevivir en el suelo, alto potencial reproductivo y cría masiva en condiciones de laboratorio entre otras hacen que los NEPs se han una opción en el control biológico de plagas (Sáenz, 2005).

El propósito de este estudio es la recuperación de los NEPs presentes en el suelo de distintos ecosistemas palmeros de Colombia y hacer de ellos una alternativa en el MIP como controlador biológico a plagas que afectan el cultivo de la palma de aceite.

#### 4- JUSTIFICACIÓN

La producción agrícola desde la llamada revolución verde ha tenido un manejo fitosanitario basado habitualmente en la aplicación de productos de síntesis química, logrando así mantener las plantas que hacen parte del cultivo, libres de plagas y enfermedades. El manejo y uso puede llegar a ser desmedido generando daños ambientales en los ecosistemas pues deja en una constante exposición química a las personas y en el caso de los insectos crean resistencia a los compuestos activos de los productos. Como alternativa a los insecticidas químicos que han sido usados en los últimos años los centros de investigación y académicos del sector agrícola han buscado y generado soluciones que beneficien a los productores y al ecosistema, es así que los controladores biológicos logran ser una alternativa cuando de manejo de plagas se trata.

Los NEPs son microorganismos usados como método de control biológico en insectos plaga que afectan cultivos de interés agrícola; presentando una relación mutualista con los insectos y de simbiosis con las bacterias que ayudan a generar una rápida septicemia letal al insecto parasitado (Gaugler y Kaya, 1993). Dentro del MIP el control biológico es una alternativa que combate las plagas sin causar daños a las plantas y al ecosistema pues provienen y son aislados principalmente de hábitats naturales donde convive la plaga con su controlador natural (hongos, bacterias, nematodos entre otros).

El uso y estudio de los NEPs como alternativa promisoría dentro del MIP, hace que sea una de las opciones de control biológico más fuerte, pues la susceptibilidad y el amplio rango de infección y virulencia en corto tiempo que presenta el insecto huésped a los NEPs es alta; su fácil aplicación con equipos de aspersión estándar y la seguridad para el ecosistema

y humanos, hace que el uso de estos microorganismos sea una excelente estrategia y aliado para el control de plagas en el cultivo de la palma de aceite. (Saenz, 2005). Algunas de las plagas que tienen parte o todo su ciclo de vida en el suelo y que son de importancia económica en el cultivo de la palma de aceite son: *Sagalassa valida*, *Strategus aloeus*, *Leucothyreus femoratus*, *Haplaxius crudus* entre otras. Su presencia permite explorar y profundizar el uso de los NEPs como control biológico (Bustillo, 2014)

En Colombia el sector palmicultor se ha querido diferenciar y hacer énfasis en la importancia de mantener un manejo integrado de plagas que combata el convencionalismo del control químico, pues se realizan aplicaciones que deterioran el medio ambiente y ecosistema. La Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite, Cenipalma, genera proyectos e investigaciones en su programa de plagas y enfermedades que pretenden disminuir la dependencia de los plaguicidas que causan problemas de resistencia en insectos plaga, contaminación de cuencas hídricas y daños en la fauna benéfica del ecosistema. La producción y uso de NEPs apunta a ser una opción viable para los palmicultores cuando de los controladores biológicos se trata, pues es una alternativa de aplicación en el cultivo que no interfiere en la productividad y al contrario al establecerse la población de la especie en el suelo serán un método de control eficiente.

Cenipalma, busca recuperar y multiplicar las especies nativas que habitan como enemigos naturales de estas plagas en los suelos de los ecosistemas palmeros de cuatro zonas del país e iniciar investigaciones con estos organismos para disponer de una alternativa de manejo eficiente y eficaz en la reducción de insectos plaga.



## 5- OBJETIVOS

### 5.1 Objetivo general

Aislar especies de nematodos entomopatógenos presentes en suelos de ecosistemas palmeros de Colombia (Zona Oriental y Suroccidental) para su uso como controladores biológicos en este cultivo.

### 5.2 Objetivos específicos

- Evaluar las muestras de suelo que han sido colectadas en plantaciones de Palma de Aceite y procesadas en el CEPC.
- Multiplicar *In vivo* las nuevas especies de NEPs aisladas.
- Crear registros de las muestras de suelo encontradas como positivas a presencia de NEPs para el ingreso a la colección de entomopatógenos de Cenipalma.

## 6- MARCO TEÓRICO

### 6.1 El Manejo integrado de plagas en la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq)

El manejo integrado de plagas dentro de la producción agrícola debe mantener el nivel de incidencia de plagas por debajo del límite de daño económico en el cultivo, haciendo que las estrategias de manejo se han amplias y abarquen distintos controles como lo son el químico, biológico, cultural, etológico, mecánico entre otros; a través del monitoreo fitosanitario se puede prever una aparición de plagas en sus primeros estadios y así mantener por debajo del límite de daño económico a la plaga. (Calvache, 2001)

Los cultivos agroindustriales dependen en gran parte de las aplicaciones de pesticidas de síntesis química, imposibilitando la rotación de productos de otras derivaciones, esto se debe a que los productos químicos tienen un efecto inmediato y efectivo de control sobre las plagas que afectan el cultivo. El manejo en el cultivo de la palma de aceite (*E. guineensis* Jacq) debe ir encaminado al control temprano de las plagas, evitando así daños de importancia económica en el cultivo, pues este reúne características favorables para la aparición de insectos fitófagos, al ser un monocultivo con grandes extensiones, hace que se convierta en un ecosistema muy frágil por su organización y sus componentes, como las prácticas de control de plagas que se manejan (Calvache, 1995).

Los insectos en condiciones naturales son potenciales plagas y en ese mismo ecosistema donde habitan pueden ser controlados por organismos entomofagos y entomopatógenos, necesitando de condiciones medio ambientales favorables para lograr un control biológico que beneficie al cultivo, y logrando que estos organismos puedan

incorporarse al ecosistema, esto se debe especialmente a que son lugares intervenidos por el hombre con finalidades de producción agrícola. El cultivo de palma de aceite, cuyas modificaciones sobre el ecosistema no supera las seis décadas un corto tiempo para reestablecer el equilibrio perdido (Calvache, 1991).

## 6.2 Nematodos entomopatógenos NEPs

Los NEPs que se conoce que tienen posibilidad de control biológico son cuatro órdenes: Rhabditia, Mermitida, Tylenchida y Aphelenchida (Smart y Nguyen, 1994). En el orden Rhabditida se destacan las familias Steirnermatidae y Heterorhabditidae, parásitos obligados de distintas especies de insectos que se encuentran en el suelo y hacen parte de ecosistemas naturales y en lugares se encuentran establecidas plantas de producción agrícola. Estos especímenes presentan características potenciales como agente controlador de insectos de importancia económica en los cultivos (Kaya y Gaugler, 1993).

Su ciclo de vida posee un estadio libre en el suelo que corresponde a los juveniles infectivos (JI), donde localizan el individuo que van a penetrar en el cuerpo de su próximo hospedante, los demás estadios se da en el interior del nuevo individuo hospedante.

*Heterorhabditis* sp al penetrar el hemocele del insecto que está infectando libera una bacteria simbiote *Photorhabdus* sp. ubicada en la primera porción del intestino, allí se multiplican rápidamente proporcionándole una septicemia que causa la muerte del hospedador entre las primeras 24 a 48 horas próximas a la infección, la bacteria simbiote de este género en la oscuridad son luminiscentes y al morir los insectos presentan una coloración que varía entre café y rojo pardo en su cuerpo. En el caso del género *Steinernema* sp se encuentra asociado a bacterias que pertenecen al género *Xenorhabdus* y

la coloración que presenta el insecto que es infectado son ocre y café pálido (Doucett M. et al, 2008)

Las especies pertenecientes a ambos géneros regulan y controlan insectos de distintos órdenes (Lepidópteros, hemípteros, coleópteros y dípteros), comportándose como parásitos y matando a sus hospedantes en un lapso de 48 horas. Los NEPs presentan esta particularidad de rápida infección lo que los hace que sean más interesantes sus características para ser usados como controladores biológicos debido a su pronta respuesta y eficacia en control de plagas.

### **6.3 Control biológico y uso de nematodos entomopatógenos**

La rápida infección causada por los NEPs en los insectos plaga hace que sea evaluada la utilización de estos organismos como controladores biológicos, sustituyéndolos por los insecticidas químicos convencionales que han perdiendo su efectividad debido a que los insectos plaga presentan resistencia a algunos compuestos químicos y su empleo se vuelve cada vez más restringido (Doucett M. et al, 2008)

Al encontrarse en gran variedad de hábitats, las especies recuperadas son usadas como ingrediente activo de controladores biológicos de amplio rango en plagas terrestres, las especies muestran considerables variaciones en términos de hospedantes, reproducción, virulencia y supervivencia. Es necesario trabajar sobre la identificación de las especies y la caracterización de las poblaciones nativas que se encuentran con los aislamientos (Parada, 2002)

Parada, 2002 dice que en las áreas cultivadas tienen más presencia de NEPs introducidos en comparación con los hábitats que no han sido disturbados o intervenidos por humanos



pues presentan especies nativas. El trabajo con NEPs en Colombia se han reportado especies nativas con resultados sobre el control de coleópteros como *Premnotrypes vorax* gusano blanco de la papa y *Tecia solanivora* polilla guatemalteca de la papa (Parada, 2002)

## 7- DISEÑO METODOLÓGICO

El desarrollo de esta investigación se realizó en el laboratorio de Entomología del Campo Experimental Palmar de las Corocoras (CEPC) de la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), localizado en Km 5- Vía Los Mangos, vereda Naguaya, municipio de Paratebueno-Cundinamarca, a una altitud de 230 msnm, temperatura promedio del laboratorio de 27 °C y una humedad relativa del 71 %.

### 7.1 Cría de *Galleria mellonella* L.

Se realizó la cría de larvas de *G. mellonella* con el objetivo de ser usadas como insectos trampa para la recuperación y multiplicación de NEPs. La cría se mantuvo bajo condiciones controladas de laboratorio usando recipientes de vidrio de 22cm de alto por 15 de ancho, cerrados y cubiertos con tapas plásticas modificadas con una abertura que es sellada con una malla angeo.(Figura 1)

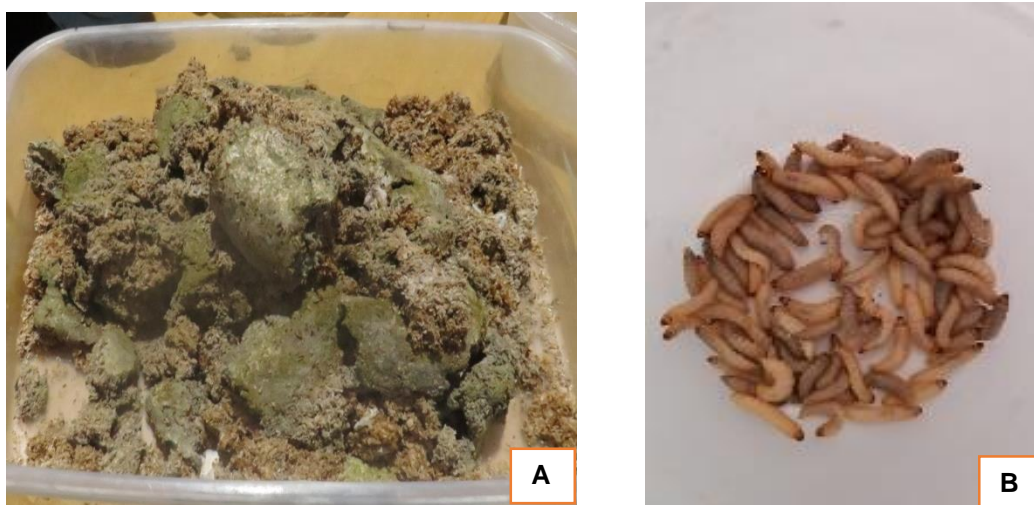


**Figura 1:** A) Recipiente de vidrio para cría de *G. mellonella* L. B) Tapa plástica con malla angeo.

Para la cría de este insecto se utilizó una dieta artificial con los siguientes ingredientes:  
400g de salvado de trigo, 100 g de soya, 100 g de levadura, 200 ml de glicerina y 200 ml de

miel de abejas procesada. La dieta se preparó mezclando uniformemente todos los ingredientes, posteriormente se empacó en bolsas plásticas y se llevó a la nevera refrigerante para su conservación.

Se llevó un seguimiento a cada unidad que está en producción con el correspondiente formato donde se anotó las actividades que se realizaron, como: adición de dieta, cantidad de larvas y adultos retirados, limpieza y desinfección de la dieta, retirando las partes que se encuentran en descomposición y con microorganismos no favorables para la cría (Figura 1). Esto se hizo con el fin de llevar un registro y tener conocimiento de la cantidad de insectos que se obtuvo por unidad de producción.



**Figura 2:** A) Recipiente plástico con dieta contaminada. B) Larvas de *G. mellonella* L. en último instar

## **7.2 Procesamiento y evaluación de muestras de suelo colectadas.**

Para realizar el aislamiento de NEPs se requirió de la recolección de muestras de suelo obtenidas de diferentes plantaciones ubicadas en la Zona Oriental y Suroccidental palmera de Colombia (Cuadro 1). Las muestras de suelo colectadas se trasladaron al laboratorio de

entomología del CEPC ubicado en Paratebueno, Cundinamarca, allí fueron debidamente marcadas: Lugar de procedencia, nombre de plantación, número de muestra y fecha.

La temperatura de la Zona Oriental es propia de un ecosistema de Llanura con una temperatura anual promedio de 26°C, humedad relativa del 80% y se encuentra a 250 msnm aproximadamente. En el suroccidente Colombiano en el municipio de Tumaco en Nariño la temperatura anual promedio es de 26°C, humedad relativa del 85% y se encuentra a 2 msnm.

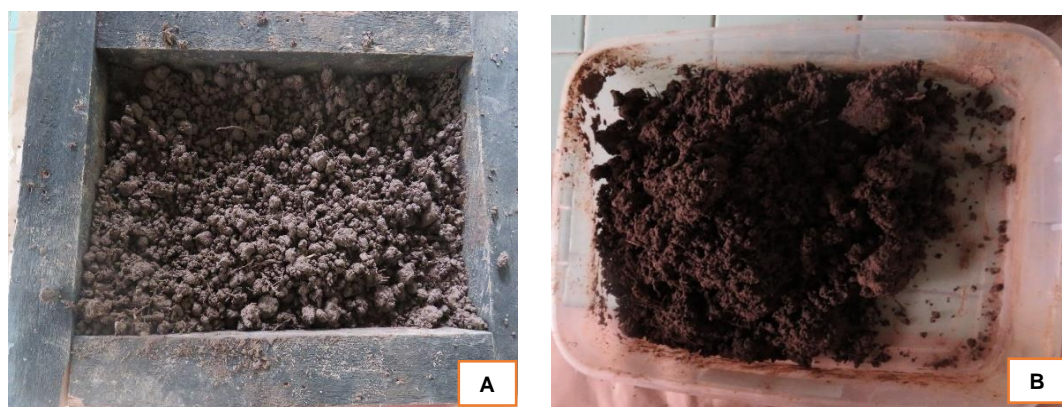
<b>MONTAJE MUESTRAS DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS</b>				
Fecha montaje	Nombre plantación	Número de muestra de suelo	Total larvas <i>G. mellonella</i> adicionadas	Observación
30 -04-19	Caribayona	M1-M2-M3-M4-M5	100	Negativo
30 -04-19	Giramena lote 7A	M1-M2	40	Positiva muestra 2
31 -04-19	Giramena lote A	M1-M2-M3	60	Positiva Muestra1
3-05-19	Sillatava	M1-M2-M3-M4	80	Positiva Muestra 3
3-05-19	Tenampa	M1-M2-M3-M4	80	Positiva muestra2-1
3-05-19	Santa Barbara	M1-M2-M3-M4	80	Negativo
3-05-19	Ocarrava	M1-M2-M3-M4	80	Positiva Muestra 2
20-05-19	Oleaginosas- Santana	M1-M2-M3-M4- M5	100	Negativo
10-05-19	Palmasol	M1-M2	40	Negativo
10-05-19	Palmasol 1	M1	20	Negativo
10-05-19	Palmasol 2	M1-M2-M3	60	Positiva Muestra 3
10-05-19	La Reforma	M1-M2-M3	60	Negativo
10-05-19	La Reforma lote 12	M1-M2-M3	60	Negativo
29 -05-19	Tumaco- Palmeiras	M1-M2	40	Negativo

29 -05-19	Tumaco- Araki	M3-M4	40	Negativo
29 -05-19	Tumaco- Santa Fé	M5- M6	40	Negativo
29 -05-19	Unipalma finca 1002 Parcela C	M1	20	Negativo
29 -05-19	Unipalma finca 1077 Parcela B	M3	20	Negativo
29 -05-19	Unipalma finca 1077 Parcela A	M2	20	Negativo
29 -05-19	Unipalma finca 1078 Parcela A	M1	20	Negativo
29 -05-19	Unipalma finca 1002 Parcela D	M1	20	Negativo

**Cuadro 1.** Origen de muestras de suelo para aislamiento de nematodos entomopatógenos.

Los muestreos de suelo se realizaron del mes de abril a agosto del 2019; en cada lote de las distintas plantaciones se tomaron muestras aleatorias de 3 a 7 puntos del área que comprendía el lote, se usó un palin que se introdujo a una profundidad de 0-30cm del suelo retirando 200 a 500 g de suelo.

Las Muestras se trasladaron al laboratorio de entomología del CEPC donde se procesaron realizando inicialmente la actividad de tamizaje del suelo para retirar piedras, terrones y material vegetal sobrante, para luego ser ubicadas en bandejas plásticas de 4 litros, limpias y desinfectadas para facilitar su manejo previamente.(Figura3)



**Figura 3** A) Tamiz de suelo de 30cmx20cm B) Bandeja plástica de 4 L con muestra de suelo.

Al tener el suelo tamizado se realiza por cada muestra de suelo el montaje de dos repeticiones en tarrinas plásticas de 6 onzas y se usa la técnica de insectos trampa (Bedding y Arkhust, 1975). En cada una se ubican 10 larvas en último instar de *G. mellonella*, insecto trampa usado como cebo y susceptible a la infección causada por los NEP's. Las larvas se ubicaron en distintos niveles del suelo (Figura 4) hasta completar el número requerido de larvas. La tarrina se selló y se arcó con el nombre de plantación, fecha de montaje, número de muestra y repetición. Las muestras de suelo se revisaron cada 8 días durante tres semanas y al completar el tiempo se descartaron sino se encuentra presencia de NEPs.



**Figura 4:** A) Adición de 10 larvas de *G. mellonella*. B) Tarrina plástica con muestra de suelo procesada.

Para realizar la revisión de cada muestra de suelo y su respectiva repetición fue retirado todo el suelo de la tarrina donde se encontraba, vertiendolo en un recipiente plástico con capacidad de 6 litros, que facilitaba el descompactar y buscar las larvas que se encontraban allí. Se revisó cada una de las diez larvas situadas en el suelo, identificando los signos y síntomas que presentaban en cada una de las tres revisiones realizadas a las muestras de suelo. Se registró los síntomas que presentaban las larvas de *G. mellonella* y cuantos individuos los manifestaban (Cuadro 2).

LECTURA DE MUESTRA DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS									
Fec ha	Plantación	Numero de muestra	Larvas infectadas	Larvas con hongos	Larvas <i>G. mellonella</i>	Pupas <i>G. mellonella</i>	Adultos <i>G. mellonella</i>	Larvas adicionales	Observaciones

**Cuadro 2.** Formato realizado para lectura de muestras de suelo.

En cada evaluación de las muestras de suelo se registró las larvas de *G. mellonella* que presentaban signos de infección causado por nematodos entomopatógenos, como: coloración rojiza o marrón para *Heterorhabditis* sp. y ocre o amarillo para *Steirnerema* sp. flacidez de la larva e inholoras para ambas. Las larvas encontradas como infectadas se colocaron en una caja petri de 9 cm de diametro para previamente proceder a realizar el montaje de cámaras White y realizar el aislamiento y producción de los nematodos entomopatógenos.

### 7.3 Cámaras White para recuperación de NEPs.

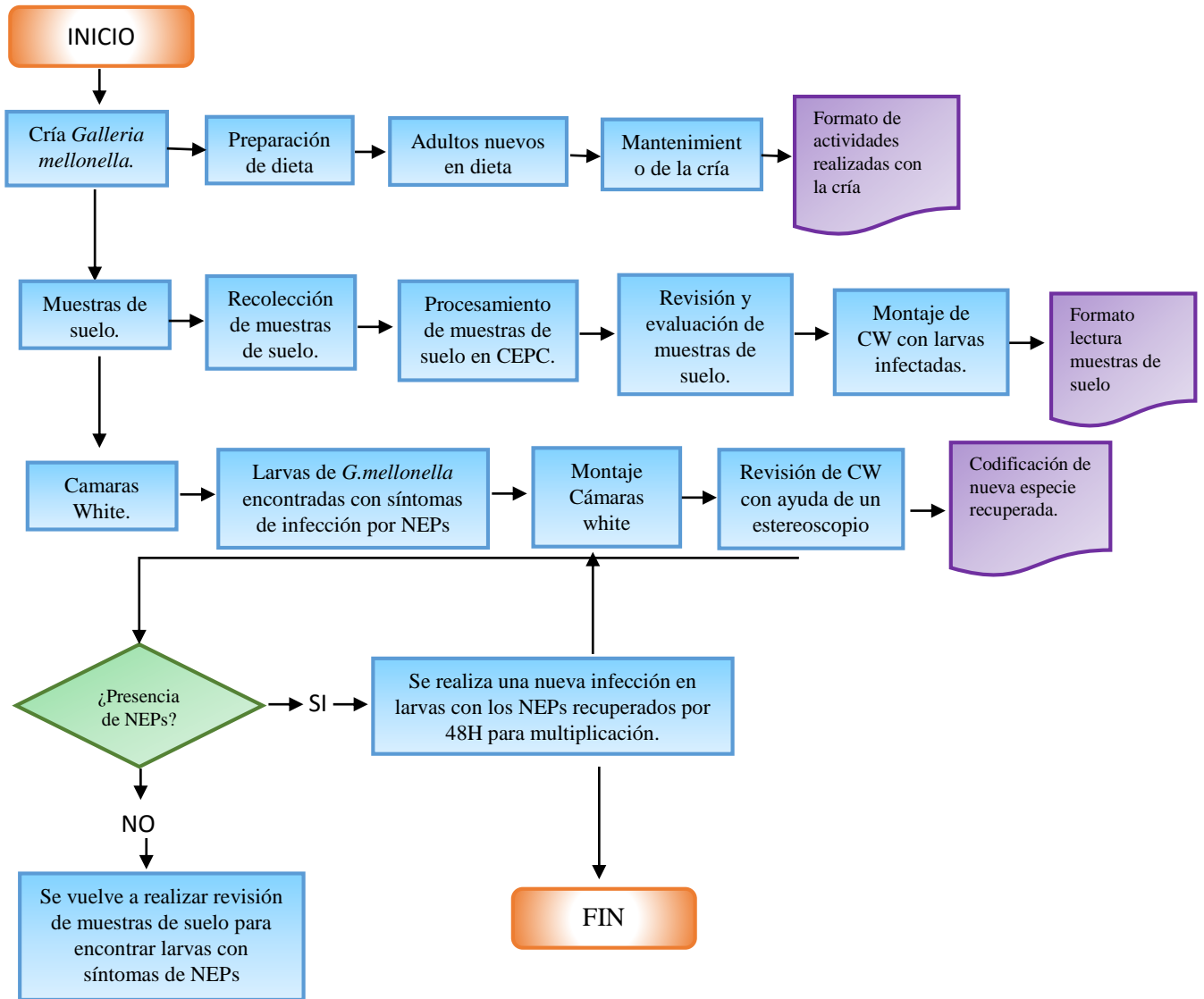
Los materiales necesarios para el montaje de cámaras White son: bandejas plásticas, papel toalla húmedo, larvas de *G. mellonella* infectadas y encontradas en muestras de suelo, cajas Petri de 9cm de diametro y toallas de papel. Se tomaron las larvas de *G. mellonella* infectadas y se confinaron en una caja Petri de 9cm de diametro que tenía dentro un papel toalla previamente humedecido con agua; se adiciono en la bandeja plástica agua que cubría la base de esta para luego poner dentro la caja Petri previamente cerrada y marcada, luego, se cubría la bandeja plástica con una toalla de papel para evitar el ingreso de individuos no deseados (acaros) y sobre esta se ubica su respectiva tapa. Finalmente, se mantuvieron durante 10 días en observación. Al finalizar este tiempo se revisó el agua de la

bandeja plástica y con ayuda de un estereoscopio se observó si hubo presencia y movimiento de nematodos. El agua con presencia de nematodos entomopatógenos fue vertida en una tarrina plastica de 6 oz y se marcó con los datos de la plantación a la que corresponde.

Al confirmar la presencia de nematodos y para seguir su producción, se realizó infección de 10 larvas en último instar de *G. mellonella* y se confinaron en una caja petri de 9cm de diametro con un papel toalla en su interior, humedecido con 1ml de la solución de nematodos aislados en las muestras de suelo. Las larvas infectadas se mantuvieron en observación durante 24- 48 horas y al finalizar este tiempo se revisó los sintomas.

Posteriormente se llevó a cámara White y al cabo de 10-12 días se realizaron observaciones del agua que se encontraba en la bandeja plastica y con ayuda de un estereoscopio se observó si hay presencia y movimiento de nematodos. Por ultimo se codificó la especie aislada y se incorporó a la colección de microorganismos entomopatogenos de Cenipalma.





**Figura 5:** Diagrama de flujo de la metodología usada en el estudio.

## 8- RESULTADOS

Durante el estudio se procesaron en total 54 muestras de suelo para aislar NEPs que fueron colectadas en 21 plantaciones de palma de aceite (*E. guineensis* Jacq), tres de ellas se encuentran situadas en la Zona Suroccidental y 18 en la Zona Oriental del país. De la evaluación se obtuvo que en 6 muestras de suelo se encontraron larvas con signos de infección de NEPs en las larvas del insecto trampa *G. mellonella.*, esta cantidad equivale a un 11% del total de las muestras evaluadas. (Cuadro 3)

ZONA PALMERA	NOMBRE PLANTACION	NUMERO DE MUESTRAS EVALUADAS	MUESTRAS POSITIVAS	MUESTRAS NEGATIVAS	PORCENTAJE
Oriental	Caribayona	5	0	5	0%
	Giramena lote 7A	2	1	1	50%
	Giramena lote A	3	1	2	33%
	Sillatava	4	1	3	25%
	Tenampa	4	1	3	25%
	Santa Barbara	4	0	4	0%
	Ocarrava	4	1	3	25%
	Oleaginosas- Santana	5	0	5	0%
	Palmasol	2	0	2	0%
	Palmasol 1	1	0	1	0%
	Palmasol 2	3	1	2	33%
	La Reforma	3	0	3	0%
	La Reforma lote 12	3	0	3	0%
	Unipalma finca 1002 Parcela C	1	0	1	0%
	Unipalma finca 1077 Parcela B	1	0	1	0%
	Unipalma finca 1077 Parcela A	1	0	1	0%
	Unipalma finca 1078 Parcela A	1	0	1	0%
	Unipalma finca 1002 Parcela D	1	0	1	0%
Suroccidental	Tumaco- Palmeiras	2	0	2	0%
	Tumaco- Araki	2	0	2	0%

	Tumaco- Santa Fé	2	0	2	0%
	TOTAL	54	6	48	11 %

**Cuadro 3:** Relación de los sitios y plantaciones muestreadas en donde se encontraron NEPs.

Las muestras positivas se obtuvieron de las plantaciones: Giramena lote A, Giramena Lote 7<sup>a</sup>, Sillatava, Tenampa, Ocarra y Palmasol, todas ubicadas en la Zona oriental de Colombia. El suelo fue colectado de lugares donde en la actualidad existe sistemas agrícolas conformados por plantas de palma de aceite y en asocio con plantas benéficas denominadas como nectaríferas, encargadas en este ecosistema de atraer insectos benéficos y controladores naturales de las plagas de la Palma de aceite. Los lugares más apropiados para realizar muestreos de suelo son los relacionados al agroecosistema y sus posibles hospedantes, al igual que áreas donde se encuentra material en descomposición vegetal como compost, madera, estiércol y cultivos. (Melo, 2009)

De las plantaciones donde se obtuvieron muestras de suelo para el aislamiento de NEPs se realizó semanalmente revisiones donde se evaluó si las larvas trampa de *G. mellonella* presentaban síntomas de infección de NEPs. Los nematodos se alimentan, desarrollan y reproducen dentro de los tejidos que han sido degradados por bacterias mutualistas y que generan cambios físicos en las larvas infectadas. La coloración de la larva infecta cambia a tonos rojizos o café en el caso de *Heterorhabditis* sp que es causada por la bacteria del género *Photorhabdus* sp y para *Steinernema* sp presenta una coloración ocre o amarillo pardo que es asociada con la bacteria *Xenorhabdus* sp (Bustillo, 2014).

De las 54 muestras evaluadas se obtuvieron 6 muestras de suelo donde se encontraron larvas muertas y con signos de infección por NEPs las cuales se colocaron en trampas

White para su recuperación y previamente hacer reinfeción de acuerdo a los postulados de Koch.

Hazir *et al.*, (2003) opina que los NEPs tienen amplia distribución y su presencia se ve determinada por las condiciones específicas del lugar donde se obtuvo el registro de presencia. Desde otro punto de vista, Rosa *et al* (2000) opina que no hay hallazgos claros de la relación que puede existir en la presencia de NEPs con la temperatura, humedad relativa, materia orgánica y pH del suelo. Los resultados del estudio coinciden con lo expuesto por la anterior autora ya que los registros de NEPs aislados provienen de áreas con diferentes características y en Colombia se presentan distintos ecosistemas en las mismas zonas, lo que hace que varíe las condiciones climáticas y características físicas de suelo de un lugar a otro en el mismo lugar. Un ejemplo claro es el área de Puerto Gaitán con 17. 499 km<sup>2</sup> y hace que sea el segundo municipio más grande del país y con mayor diversidad en los Llanos orientales.

Es importante mencionar que para el estudio no se tuvo en cuenta las características físicas que presentaban las muestras de suelo aisladas.

### **8.1 Plantación Ocarra, Puerto Gaitán (Meta)**

La plantación Ocarra está ubicada en el municipio de Puerto Gaitán en el Departamento del Meta, a 149 msnm con una temperatura media de 27 °C y humedad relativa del 71% y coordenadas: 04°04'662" Norte; 071°58'153' Oeste. Se realizó la colecta de cuatro muestras de suelo el día 2 de mayo del 2019 las cuales fueron debidamente procesadas y previamente se revisaron en las fechas correspondientes al 8 de mayo, 21 de mayo y 27 de mayo del presente año, donde se encontraron resultados positivos a la infección de NEPs.

En la muestra 2 en sus dos repeticiones M2 y M2-1 se obtuvo larvas infectadas; Se encontró 5 larvas infectadas en la revisión del 8 de mayo, 4 larvas para el 21 de mayo y 9 larvas el 27 de mayo. Luego de la revisión hecha en la fecha del 8 de mayo se realizó el montaje de cámara White a las larvas encontradas y así poder recuperar los NEPs. (Cuadro 4).

<b>LECTURA DE MUESTRAS DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS</b>									
# de revisión	Fecha	Plantación	Número de muestra	Larvas infectadas	Larvas con hongos	Larvas vivas	Pupas	Adultos	Larvas adicionadas
1	8-05-19	Ocarrava	M2	1	1	5	3	0	10
1	8-05-19	Ocarrava	M2-1	4	0	5	1	0	5
2	21-05-19	Ocarrava	M2	1	9	0	0	0	10
2	21-05-19	Ocarrava	M2-1	3	5	0	2	0	10
3	27-05-19	Ocarrava	M2	6	0	0	4	0	10
3	27-05-19	Ocarrava	M2-1	3	5	0	2	0	10

**Cuadro 4:** Revisión de muestras de suelo con presencia de nematodos entomopatógenos, plantación Ocarrava Muestra 2.

En las tres revisiones se observó larvas de *G. mellonella* con signos de infección causada por NEPs correspondiente a la familia Heterorhabditidae y género: *Heterorhabditis* sp., la coloración rojiza y marrón que presentan las larvas es característica de este género. Los heterorhabditidos poseen una estructura quitinizada (dientes) que es capaz de perforar la cutícula del insecto en estado inmaduro que desean parasitar (López y Soto, 2016). Por último se realizó el ingreso del nuevo registro codificado como: CPHsp1901.



**Figura 6:** A) Infección de *Heterorhabditis* sp en larvas de *G. mellonella* llevadas a cámara White B) Vista dorsal y ventral en larvas de *G. mellonella* infectadas por *Heterorhabditis* sp.

### 8.2 Giramena, San Carlos de Guaroa (Meta)

La plantación Giramena está ubicada en el municipio de San Carlos de Guaroa

Departamento del Meta, a 361 msnm con una temperatura media de 27 °C y con

coordenadas: 03°48'750" Norte; 073°22'139" Oeste.

Se colectaron tres muestras de suelo en el lote A de la plantación, estas se procesaron con su respectiva repetición y se realizó las revisiones para las fechas 8 de mayo, 23 de mayo y 27 de mayo del presente año. Para la primera y segunda fecha de revisión no se encontraron larvas de *G. mellonella* infectadas y en la última revisión realizada se encontraron en la muestra M1 cuatro larvas con signos de infección causada por NEPs (Cuadro 5).

LECTURA DE MUESTRA DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS									
# revisión	Fecha	Plantación	# de muestra	Larvas infectadas	Larvas con hongos	Larvas vivas	Pupas	Adultos	Larvas adicionales
1	8-05-19	Giramena lote A	M1	0	6	3	0	0	7
1	8-05-19	Giramena lote A	M1-1	0	2	5	1	0	5

2	23-05-19	Giramena lote A	M1	0	10	0	0	0	10
2	23-05-19	Giramena lote A	M1-1	0	10	0	0	0	10
3	27-05-19	Giramena lote A	M1	4	10	0	0	0	10
3	27-05-19	Giramena lote A	M1-1	0	9	0	1	0	10

**Cuadro 5:** Revisión de muestras de suelo con presencia de nematodos entomopatógenos de la plantación Giramena lote A.

Las larvas halladas con signos de infección por NEPs se llevaron a cámara White para la recuperación de los nematodos. Se realizó una nueva infección en larvas de *G. mellonella* continuando con la producción y multiplicación de la nueva especie encontrada. Los signos que presentaron las larvas correspondían al género *Heterorhabditis* sp., por último se realizó la creación del nuevo registro codificado como: CPHsp1902.



**Figura 7:** Larvas de *G. mellonella* con signos de infección causada por *Heterorhabditis* sp. Aislados de la muestra 1 de la plantación Giramena lote A.

### 8.3 Plantación Sillatava, Puerto Gaitán (Meta)

La plantación Sillatava está ubicada en el municipio de Puerto Gaitan en el Departamento del Meta a 115 msnm con una temperatura media de 27 °C y con coordenadas: 04°05'726"

Norte; 071°53'689" Oeste. Se colectaron en total 4 muestras de suelo de la plantación Sillatava. Durante la primera revisión realizada el 8 de mayo de 2019 se registró en la muestra M3 una larva con signos de infección de NEPs y para la última revisión hecha el 27 de mayo en la repetición M3-1 se encontró siete larvas con signos de infección. (Cuadro 6)

LECTURA DE MUESTRA DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS									
# de revisión	Fecha	Plantación	# de muestra	Larvas infectadas	Larvas con hongos	Larvas vivas	Pupas	Adultos	Larvas adicionadas
1	3-05-19	Sillatava	M3	1	0	2	3	0	8
1	3-05-19	Sillatava	M3-1	0	1	3	3	0	7
2	23-05-19	Sillatava	M3	0	0	0	8	2	10
2	23-05-19	Sillatava	M3-1	0	8	0	0	2	10
3	27-05-19	Sillatava	M3	0	2	0	8	0	10
3	27-05-19	Sillatava	M3-1	7	2	0	1	0	10

**Cuadro 6:** Revisión de la muestra de suelo M3 con presencia de nematodos entomopatógenos de la plantación Sillatava.

Las larvas encontradas en esta muestra de suelo presentan signos de infección que corresponden al género *Heterorhabditis* sp (coloración rojiza). Para continuar su producción se realizó la correspondiente metodología de infección en larvas de *G. mellonella*, donde son llevadas a cámaras White. Se realizó el ingreso del nuevo registro del espécimen encontrado con código CPHsp1903.





**Figura 8:** A) Vista dorsal de Larva de *G. mellonella* con signos de infección causada por *Heterorhabditis* sp. (B) Infección de *Heterorhabditis* sp en larvas de *G. mellonella* llevadas a cámara White.

#### **8.4 Plantación Palmasol 2, San Martín (Meta)**

La plantación Palmasol está ubicada en el municipio de San Martín, departamento del Meta a una temperatura promedio de 25°C y 405 msnm. Se colectaron tres muestras de suelo las cuales fueron debidamente procesadas y revisadas en las fechas correspondientes al 21 de mayo, 28 de mayo y 4 de junio del presente año. De aquí la muestra de suelo que dio resultados positivos a presencia de NEPs fue la muestra 3 en sus dos repeticiones: M4 y M4-1, con dos larvas encontradas en cada repetición. Previamente se realizó el montaje de la cámara White a las larvas encontradas con el procedimiento descrito anteriormente en la metodología. En la fecha del 28 de mayo y 4 de junio no se encontraron larvas infectadas en las dos repeticiones, solamente se encontraron larvas infectadas con hongos (Cuadro 7).

LECTURA DE MUESTRA DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS									
# de revisión	Fecha	Plantación	# de muestra	Larvas infectadas	Larvas con hongos	Larvas vivas	Pupas	Adultos	Larvas adicionales
1	21-05-19	Palmasol 2	M3	2	7	1	0	0	9
1	21-05-19	Palmasol 2	M3-1	2	5	3	0	0	7
2	28-05-19	Palmasol 2	M3	0	10	0	0	0	10
2	28-05-19	Palmasol 2	M3-1	0	9	1	0	0	9
3	4-06-19	Palmasol 2	M3	0	8	2	0	0	0
3	4-06-19	Palmasol 2	M3-1	0	10	0	0	0	0

**Cuadro 7:** Revisión de muestras de suelo con presencia de nematodos entomopatógenos de la plantación Palmasol.

La recuperación de nematodos en cámara White dio como resultado larvas infectadas con signos correspondientes a *Heterorhabditis* sp., posteriormente se realizó el ingreso del nuevo aislamiento codificado como: CPHsp1904



**Figura 9:** A) Vista dorsal y ventral de Larva de *G. mellonella* con signos de infección causada por *Heterorhabditis* sp. B) Infección de *Heterorhabditis* sp en larvas de *G. mellonella* llevadas a cámara White.

### 8.5 Plantación Tenampa, Puerto Gaitán (Meta)

La plantación Tenampa se encuentra ubicada en el Municipio de Puerto Gaitán en el Departamento del Meta, con una temperatura promedio de 27°C, a 149 msnm y con coordenadas 04°04'662" Norte; 071°58'153' Oeste. En la plantación Tenampa se colectaron

en total 4 muestras, cada una fue procesada con su respectiva repetición y se realizó en total 3 revisiones para las fechas 8 de mayo, 23 de mayo y 27 de mayo del presente año. En la primera revisión no se encontraron larvas infectadas y en las siguientes revisiones se pudo encontrar 1 larva en la segunda revisión y en la última 15 larvas infectadas que provenían de las dos repeticiones de la muestra. (Cuadro 8).

<b>LECTURA DE MUESTRA DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS</b>									
# de revisión	Fecha	Plantación	# de muestra	Larvas infectadas	Larvas con hongos	Larvas vivas	Pupas	Adultos	Larvas adicionales
1	3-05-19	Tenampa	M1	0	0	10	0	0	0
1	3-05-19	Tenampa	M1-1	0	2	8	0	0	2
2	23-05-19	Tenampa	M1	1	7	0	2	0	10
2	23-05-19	Tenampa	M1-1	0	6	0	4	0	10
3	27-05-19	Tenampa	M1	8	0	2	0	0	8
3	27-05-19	Tenampa	M1-1	7	3	0	0	0	10

**Cuadro 8:** Revisión de muestras de suelo con presencia de nematodos entomopatógenos de la plantación Tenampa, Puerto Gaitán (Meta).

Al realizar la recuperación de nematodos en cámara White se observó las larvas infectadas con signos correspondientes a *Heterorhabditis* sp. Por último se realizó el ingreso del nuevo aislamiento codificado como CPHsp1905.



**Figura 10:** Larvas de *G. mellonella* con signos de infección causada por *Heterorhabditis* sp aislados de la muestra 1 de la plantación Tenampa.

### 8.6 Giramena, San Carlos de Guaroa (Meta)

La plantación Giramena ubicada en el municipio de San Carlos de Guaroa Departamento del Meta, a una temperatura promedio de 27°C, 361msnm y con coordenadas 03°48'750" Norte; 073°22'139" Oeste se colectaron 2 muestras de suelo en el lote 7<sup>a</sup> las cuales fueron procesadas con su respectiva repetición y realizando las revisiones para las fechas 8 de mayo, 23 de mayo y 27 de mayo del presente año. En las primera y segunda revisión no se encontraron posibles larvas infectadas y en la última revisión se encontró en la muestra 1, 6 larvas con signos de infección causada por NEPs (Cuadro 8).

<b>LECTURA DE MUESTRA DE SUELO PARA AISLAMIENTO DE NEMATODOS ENTOMOPATOGENOS</b>									
# de revisión	Fecha	Plantación	# de muestra	Larvas infectadas	Larvas con hongos	Larvas vivas	Pupas	Adultos	Larvas adicionadas
1	8-05-19	Giramena lote7A	M1	0	5	3	1	0	7
1	8-05-19	Giramena lote7A	M1-1	0	2	0	6	0	10

2	23-05-19	Giramena lote7A	M1	0	10	0	0	0	10
2	23-05-19	Giramena lote7A	M1-1	0	10	0	0	0	10
3	27-05-19	Giramena lote7A	M1	4	6	0	0	0	10
3	27-05-19	Giramena lote7A	M1-1	2	5	0	3	0	10

**Cuadro 9:** Revisión de muestras de suelo con presencia de nematodos entomopatógenos de la plantación Giramena lote A.



**Figura 11:** Larvas de *G. mellonella* con signos de infección causada por *Heterorhabditis* sp aislados de la muestra 1 de la plantación Giramena.

Las larvas halladas con signos de infección causada por NEPs, las cuales se llevaron a recuperación por medio de cámaras White, previamente fueron revisadas e ingresada con el nuevo registro CPHsp1906.

### **8.7 Creación de registros y multiplicación *in vivo* de NEPs.**

Al finalizar la revisión de las muestras de suelo y conseguir la recuperación de los NEPs que se encontraban en los distintos suelos de las plantaciones de la Zona Oriental, fue necesario realizar el ingreso de estos a la colección del laboratorio de microorganismos entomopatógenos del área de entomología de Cenipalma. El registro de aislamiento de

especímenes se realiza con un formato codificado donde se da un código a la nueva muestra aislada; para los NEPs el código de muestra corresponde a CPHsp o CPSsp, que se relaciona CP con Cenipalma y la siguiente inicial al generó de los NEPs encontrados y la parte numérica hace relación al año en el que se aisló y el orden cronológico en el que se encontró. De los aislamientos realizados se obtuvieron 6 registros nuevos en total, todos correspondientes al género *Heterorhabditis* sp.

PLANTACIÓN	# MUESTRA	REGISTRO CREADO	GÉNERO DE NEPs
Ocarrava	M2	CPHsp1901	<i>Heterorhabditis</i> sp
Giramena lote A	M1	CPHsp1902	<i>Heterorhabditis</i> sp
Sillatava	M3	CPHsp1903	<i>Heterorhabditis</i> sp
Palmasol 2	M3	CPHsp1904	<i>Heterorhabditis</i> sp
Tenampa	M1	CPHsp1905	<i>Heterorhabditis</i> sp
Giramena lote A	M1	CPHsp1906	<i>Heterorhabditis</i> sp

**Cuadro 10:** Relación de NEPs aislados.

La determinación taxonómica de las especies de los registros aislados no se realizará en este estudio pues el paso a seguir es evaluar la eficacia y mortalidad que causan las especies nativas encontradas en insectos de interés económico del cultivo de la Palma de Aceite.

Para llegar a la identificación a nivel de especie de los NEPs recuperados se debe realizar una descripción taxonómica e identificación de características morfológicas por medio de técnicas de biología molecular como RAPD, RFLP y PCR se pueden identificar y resultan exitosas (Melo, 2009).

Las especies de este género se consideran como especies morfológicamente conservativas las cuales requieren de experiencia y trabajo para la obtención de una adecuada identificación. Además, la gran confusión que ha generado el hallazgo de razas que difieren biológicamente hace que este proceso sea mucho más dispendioso, por lo tanto, aún están

sin resolver si se tienen diferentes especies o razas y cuál es la relación con su origen.

(Caicedo et al, 2004).

### **8.8 Aislamientos obtenidos en la Zona oriental del genero *Heterorhabditis* sp.**

Los seis aislamientos obtenidos se clasifican en el orden Rhabditida, familia

*Heterorhabditidae* donde se encuentra el género *Heterorhabditis* sp., las principales diferencias entre los nematodos fitoparásitos y los NEPs es la ausencia del estilete, la asociación de estos con una bacteria simbiótica y ser parásitos obligados en insectos. Los adultos se caracterizaron por presentar una cutícula lisa, cabeza redondeada y estoma corta (Rodríguez, 2019)

Las características físicas que presentan las larvas recuperadas de las muestras de suelo y con evidentes signos de infección son: coloración rojiza, flacidez e inholoras debido a la bacteria simbionte *Photorhabdus* sp que lleva el nematodo ubicada en el receptáculo bacteriano entre el esófago del nematodo y su porción anterior del intestino. (Rosero, 2011)

### **8.9 Ciclo de vida de *Heterorhabditis* sp dentro de larvas de *G. mellonella*.**

Las especies del género *Heterorhabditis* sp aisladas, localizan al insecto hospedero (larvas de *G. mellonella*), penetrándolo a través de las aberturas naturales del insecto como espiráculos, boca, ano y en el cuerpo atravesando su cutícula, pues cuentan con un estilete en su estructura bucal. Al encontrarse en la larva infectada libera la bacteria mutualista *Photrhabdus* sp que produce septicemia o infección en el cuerpo de la larva en un lapso de 24 a 72 horas. (Fimbres y Flores, 2016).

La bacteria prolifera el cuerpo del insecto y produce compuestos antibióticos que evitan el establecimiento de microorganismos antagónicos. Otra de las funciones de la bacteria es

proveer nutrientes a *Heterorhabditis* sp pues al morir la larva este se alimenta de la bacteria. Los juveniles infectivos JI3 tienen una cutícula del segundo estadio juvenil, pues en estado pre infectivo el nematodo no muda, presentando así una doble cutícula que lo protege de factores medio ambientales. (Flores- Lara, 2007)

*Heterorhabditis* sp infecta a la larva y en el interior de ella desarrolla sus tres estadios juveniles, siendo el tercero el conocido como juvenil infectivo en tercer estadio (JI3) saliendo a fuera de su hospedador y buscando nuevos huéspedes para su reproducción y continuidad de ciclo biológico. Los JI son la forma en que se comercializa y vende a los productores que buscan estrategias de control biológico. El JI3, muda y pasa a su cuarto estadio juvenil para luego desarrollarse en un adulto de primera generación infectivo (Bustillo, 2014)



## 9- CONCLUSIONES

- Los hallazgos de *Heterorhabditis* sp. CPMsp1901, CPMsp1902, CPMsp1903, CPMsp1904, CPMsp1905, CPMsp1906 en el mismo habitat del cultivo de la Palma de aceite, es importante pues se encuentra en el ecosistema facilitando así su incorporación y establecimiento en un futuro como controlador biológico de plagas de este cultivo.
- La recuperación de especies de nematodos entomopatógenos se obtuvo principalmente de plantaciones provenientes de la Zona oriental del país.
- Los NEPs encontrados son un recurso biológico importante para las investigaciones que lleva Cenipalma en cuanto a la evaluación de la eficacia de controladores biológicos en plagas como *Sagalassa valida*, *Strategus aloeus*, *Leucothyreus femoratus*, *Haplaxius crudus* entre otras.

## 10- RECOMENDACIONES

- Al encontrar presencia de NEPs en las muestras de suelo se recomienda realizar la revisión de estas antes de cumplir los ocho días, ya que el tiempo de búsqueda de su hospedante (larvas de *G. mellonella*) es de 48 a 72 horas, después de este tiempo se puede presentar la presencia de otros organismos en la larva lo que imposibilita la recuperación de los NEPs por medio de la trampa white.
- Es importante que en el momento de realizar las cámaras white las larvas de *G. mellonella* que se han infectadas con NEPs se encuentren en su último instar pues el cuerpo de un huésped de mayor tamaño puede hospedar mayor cantidad de juveniles infectivos.
- Si se desea realizar un ensayo con NEPs se debe considerar en optimizar la cría de *G. mellonella* como método de producción *in vivo*.
- Es necesario tener registro de muestras de suelo para aislamiento de NEPs de las demás zonas palmeras del país (central y norte).

## 11- BIBLIOGRAFÍA

Barceló, A. A. M., Riascos, G. O., & Vallejo, A. M. C. (2011). Aislamiento de nematodos entomopatógenos en áreas de Buenaventura, Valle del Cauca, Colombia. *Fitosanidad*, 15(3), 153-157.

Bustillo, P.A.E (2014). Nematodos entomopatógenos y sus posibilidades para el control de plagas de la palma de aceite. *Palmas*, 35(2), 53-58.

Bustillo, P.A.E., Matabanchoy, J.A., Rosero, M. (2014) Evaluación de hongos y nematodos para el control de *Haplaxius crudus*, vector de la Marchitez letal (ML) de la palma de aceite en Colombia. *Revista Palmas*,

Caicedo, A. M.; H. Trujillo; M. P. Quintero; P. Calatayud; A. Bellotti: Conocimiento de nematodos entomopatógenos asociados *Cyrtoneurus bergi* en tres localidades de Colombia», Memorias XXXI Congreso de La Sociedad Colombiana de Entomología, julio 30, Bogotá, Colombia, 2004.

Calvache, H. (2001). El manejo integrado de plagas en el agroecosistema de la palma de aceite. *Revista Palmas*, 22(3), 51-60.

Calvache, H. (1991). Algunas consideraciones sobre manejo integrado de plagas en palma de aceite. *Palmas*, 12(1), 29-37.

Corrales, C. A. S., Guerrero, M. R., & Pardey, A. E. B. Búsqueda de nematodos entomopatógenos (Rhabditida) nativos del cultivo de palma de aceite en Colombia. *Corpoica*, 14, 14.

CUERVO, P. L. G. Patogenicidad y signos en larvas del barrenador de raíces de palma de aceite, *Sagilassa valida*, por nematodos entomopatógenos. Ceniavances

Darus, A., & Basri, M. (2000). MIP intensivo para el manejo de plagas en palma de aceite. *Palmas (Colombia)*, 22(4), 19-35.

Doucet, M. E., Bertolotti, M. A., Cagnolo, S., & Lax, P. (2008). Nematodos entomofílicos de la provincia de Córdoba, Argentina.

Gaugler, R. (2018). Entomopathogenic nematodes in biological control. CRC press

Fimbres, C., & Flores, Y. (2016). Potencialidad y Retos del Uso de Nematodos Entomopatógenos para el Control Biológico de Plagas. I: Control biológico mediante una asociación simbiótica NEP-Bacteria.

López-Llano, R. A., & Soto-Giraldo, A. (2016). Aislamiento de nematodos entomopatógenos nativos en cultivos de caña panelera y pruebas de patogenicidad sobre *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Boletín Científico Centro De Museos De Historia Natural*, 20(2), 114-124.

Melo, E. L. M., Ortega, C. A. O., Susurluk, A., Gaigl, A., & Bellotti, A. C. (2009). Poblaciones nativas de nematodos entomopatógenos (Rhabditida) en cuatro departamentos de Colombia/Native entomopathogenic nematodes (Rhabditida) in four departments of Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 35(1), 28.

Nguyen, K.B y Smart, G.C. Jr. (1994). *Neosteinerinema longicurvicauda* n. gen., n. sp (Rhabditida: Steinernematidae); a parasite of the termite *Reticulitermes flavipes* (Koller). *Journal of Nematology*, 26, 162-174.

Reyes, A. (1991). Manejo eficiente de la sanidad en plantaciones de palma de aceite. *Revista Palmas*, 12, 57-67.

Reyes, M. (2003). Patogenicidad de nematodos entomopatógenos (Nematoda: Steinemematidae, Heterorhabditidae) en larvas y pupas de mosca de la fruta *Anastrepha ludens* Loew (Diptera: Tephritidae).

Realpe-Aranda F. J., Bustillo-Pardey A. E., López-Núñez, J. C. 2007. Optimización de la cría de *Galleria mellonella* (L.) para la producción de nematodos entomopatógenos parásitos de la broca del café. *Cenicafé* 58: 142-157

Rosero Guerrero, M. (2011). Evaluación de la virulencia de nematodos entomopatógenos para el control del salivazo de la caña de azúcar, *Aeneolamia varia* (F)(Hemiptera: Cercopidae) (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).

Sáenz, A. (2005). Importancia de los nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de aceite. *Palmas*, 26(2), 41-54.

Zamora, R., & José, M. (2019). *Caracterización de aislados nativos de nematodos entomopatógenos y uso potencial contra Spodoptera frugiperda* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria).