

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE AGRONOMIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMIA



TESIS

MORTALIDAD DE LARVAS DE GORGOJO NEGRO DEL PLÁTANO (*Cosmopolites sordidus* Germar) y LARVAS DE GORGOJO DE LOS ANDES (*Premnotrypes latithorax* Pierce) INFECTADAS CON EL NEMÁTODO ENTOMOPATÓGENO (*Steinernema* sp.) EN LABORATORIO, K'AYRA-CUSCO

PRESENTADO POR:

Br. CINTHYA STEFANY LEIVA PERLACIO

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO AGRÓNOMO**

ASESOR:

Mgt. LUIS JUSTINO LIZARRAGA VALENCIA

CUSCO – PERÚ
2026



Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco

INFORME DE SIMILITUD

(Aprobado por Resolución Nro.CU-321-2025-UNSAAC)

El que suscribe, el Asesor Mgt. Luis Justino Lizarraga Valencia.....
..... quien aplica el software de detección de similitud al
trabajo de investigación/tesis titulada: "MORTALIDAD DE LARVAS DE GORGORO NEGRO DEL
PLÁTANO (Cosmopolites Sordidus Germar) y LARVAS DE GORGORO DE LOS ANDES
(Premnotyphes latithorax Pierce) INFECTADAS CON EL NEMATODO ENTOMOPATÓGENO (Steinernema sp.)
EN LABORATORIO, K'AYRA - CUSCO".....

Presentado por: Cinthya Stefany Leiva Perlaño..... DNI N° 70843719.....;
presentado por: DNI N°:
Para optar el título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Agrónomo.....

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el
Software de Similitud, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso del Sistema Detección de**
Similitud en la UNSAAC y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 9.....%.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No sobrepasa el porcentaje aceptado de similitud.	☒
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las subsanaciones.	☐
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, conforme al reglamento, quien a su vez eleva el informe al Vicerrectorado de Investigación para que tome las acciones correspondientes; Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	☐

Por tanto, en mi condición de Asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto
las primeras páginas del reporte del Sistema de Detección de Similitud.

Cusco, 21 de agosto..... de 2026.....

[Firma]
Firma

Post firma Mgt. Luis Justino Lizarraga Valencia

Nro. de DNI 23902170

ORCID del Asesor 000-00001-5600-7998

Se adjunta:

- Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
- Enlace del Reporte Generado por el Sistema de Detección de Similitud: oid: 27259:616113931

TESIS FINAL - CINTHYA S. LEIVA PERLACIO 2026.docx

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:616113931

Fecha de entrega

21 ago 2026, 4:37 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

21 ago 2026, 4:47 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

TESIS FINAL - CINTHYA S. LEIVA PERLACIO 2026.docx

Tamaño del archivo

15.1 MB

140 páginas

33.763 palabras

173.612 caracteres

9% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 9%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por siempre cuidarme y protegerme en cada paso que doy, por abrirme las puertas hacia nuevas oportunidades y con su amor infinito quitarme los miedos y darme valor y seguridad para continuar siempre hacia adelante con mis objetivos.

A ti mamita, por ser la mejor mamá del mundo, por todo tu apoyo incondicional, por cada sacrificio, por lo fuerte y resiliente que eres, por nunca rendirte, por todos los buenos valores inculcados, por ser mi mejor amiga, mi mayor apoyo emocional y la que siempre me impulsa a ser una mejor versión de mí misma.

A ti papito, por ser un padre excepcional, por enseñarme a amar los libros, por enseñarme a dibujar, a pintar, amar la buena música, las buenas películas, la danza y el deporte, por ser fuerza, estabilidad, por estar presente en cada etapa de mi vida, por todo tu sacrificio, tu protección y cuidado desde el primer día que vine a este mundo.

A mis hermanos, Anali, Karen y Luis Fernando, por ser un gran equipo, por siempre cuidarme, protegerme y defenderme, por todo su apoyo y amor en cada etapa de mi vida, los amo con todo mi corazón.

A mi bella sobrina Khaleesita, mi más grande amor y mi mayor motivación para alcanzar cada objetivo trazado, te amo con todo mi corazón mi amor bonito.

AGRADECIMIENTO

Mi profundo agradecimiento a mi alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, a la Facultad de Agronomía y Zootecnia y de manera muy particular a mi Escuela Profesional de Agronomía, y a todos mis queridos docentes por ser parte importante de mi formación profesional en toda mi etapa universitaria.

A mi asesor de tesis MSc. Luis Justino Lizárraga Valencia, por darme la oportunidad de aceptar este reto, por su apoyo constante durante la ejecución de la tesis, por sus consejos y su amistad sincera.

Al Centro Regional de Investigación en Biodiversidad Andina (CRIBA) por darme la oportunidad de hacer uso de sus instalaciones e instrumentos para realizar este trabajo de investigación.

Y finalmente, agradecer a cada uno de mis queridos compañeros y mejores amigos, con los que pude entablar hasta el día de hoy una amistad sincera e incondicional, me alegra saber que siguen siendo parte importante de mi vida.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
RESUMEN	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN	1
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos.....	2
II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN.....	3
2.1.1. Objetivo general.....	3
2.1.2. Objetivos específicos	3
2.2. Justificación	4
III. HIPÓTESIS	5
3.1. Hipótesis general.....	5
3.2. Hipótesis específicas	5
IV. MARCO TEÓRICO	6
4.1. Antecedentes de la investigación	6
4.2. Bases teóricas	11
4.3. Definición de términos básicos	34
V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	36
5.1. Aspectos generales de la investigación.....	36
5.2. Materiales y métodos.....	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	67
6.1. Mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano	67
6.2. Mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes.....	80
VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS.....	96
7.1. Conclusiones	96
7.2. Sugerencias.....	97
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	98
ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO.....	102
ANEXO 2: RESULTADOS DE EVALUACIONES.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ciclo biológico del gorgojo de los Andes (<i>Premnotrypes latithorax</i> Pierce)	33
Tabla 2: Fechas de muestreo de suelo	39
Tabla 3: Ubicación de los puntos de muestreo de suelo	40
Tabla 4: Ubicación de puntos de recolección de larvas de <i>Galleria mellonella</i> L.	41
Tabla 5: Resultados de la recuperación del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp. de las muestras de suelo	43
Tabla 6: Resultados del aislamiento del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp.	45
Tabla 7: Aislados del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp. utilizados en la presente investigación	45
Tabla 8: Inspección y conteo de larvas muertas de <i>Galleria mellonella</i> L.- Prueba de patogenicidad con el nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp.	50
Tabla 9: Verificación de la presencia del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp. en larvas muertas de <i>Galleria mellonella</i> L. y porcentaje de mortalidad en la prueba de patogenicidad	51
Tabla 10: Tratamientos	52
Tabla 11: Ubicación de puntos de recolección de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar)	55
Tabla 12: Ubicación de puntos de recolección de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotrypes latithorax</i> Pierce)	60
Tabla 13: Modelo de análisis de varianza - Diseño completo al azar	63
Tabla 14: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata	67
Tabla 15: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata	67
Tabla 16: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata	69

Tabla 17: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura	69
Tabla 18: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura.....	70
Tabla 19: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura.....	70
Tabla 20: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura.....	71
Tabla 21: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura.....	72
Tabla 22: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba.....	72
Tabla 23: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba ...	73
Tabla 24: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba.....	74
Tabla 25: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba.....	75
Tabla 26: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba.....	75
Tabla 27: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba.....	76
Tabla 28: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba	77

Tabla 29: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba.....	78
Tabla 30: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba	79
Tabla 31: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata.....	80
Tabla 32: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata	80
Tabla 33: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata.....	81
Tabla 34: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura	82
Tabla 35: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura.....	82
Tabla 36: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura.....	84
Tabla 37: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura.....	84
Tabla 38: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura.....	85
Tabla 39: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura.....	86
Tabla 40: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba.....	87

Tabla 41: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes <i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba	87
Tabla 42: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba.....	88
Tabla 43: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba.....	89
Tabla 44: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba	89
Tabla 45: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba.....	91
Tabla 46: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba	91
Tabla 47: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes <i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba	92
Tabla 48: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) – centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba.....	93
Tabla 49: Porcentaje promedio de mortalidad por aislamiento y especie de plaga.	94
Tabla 50: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura	116
Tabla 51: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura.....	116
Tabla 52: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura.....	117

Tabla 53: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba	117
Tabla 54: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoq – Distrito de Vilcabamba	118
Tabla 55: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba	118
Tabla 56: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura	119
Tabla 57: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura.....	119
Tabla 58: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura.....	120
Tabla 59: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba	120
Tabla 60: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoq – Distrito de Vilcabamba	121
Tabla 61: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba	121
Tabla 62: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura.....	122
Tabla 63: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas	

con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura.....	122
Tabla 64: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura.....	123
Tabla 65: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba.....	123
Tabla 66: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoq – Distrito de Vilcabamba.....	124
Tabla 67: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba	124
Tabla 68: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura	125
Tabla 69: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura.....	125
Tabla 70: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura.....	126
Tabla 71: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce) infectados con	

nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba.....	126
Tabla 72: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotrypes latithorax</i> Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoq – Distrito de Vilcabamba	127
Tabla 73: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (<i>Premnotrypes latithorax</i> Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba	127

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo determinar la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano y larvas de gorgojo de los Andes infectadas con estados juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*) aislados de muestras de suelo procedentes de la provincia de La Convención, con el método “insecto trampa” con *Galleria mellonella* L. en condiciones de laboratorio, la etapa experimental se realizó del 09 de julio del 2023 al 20 de julio del 2024. Se instaló según el diseño completo al azar, con tres tratamientos y tres repeticiones con un total de 9.0 unidades experimentales por aislado. Fueron evaluadas las dosis de 200 Juveniles/2.0 ml, 400 Juveniles/4.0 ml y 600 Juveniles/6.0 ml de nemátodos entomopatógenos. Los resultados fueron: El porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano, presentó el promedio más bajo para el aislado obtenido del sector de Markhuyoq del distrito de Vilcabamba con 84.44%, mientras que el porcentaje de mortalidad más alto se obtuvo con el aislado obtenido del sector Chinche (Chaquimayo) del distrito de Maranura con 100% de mortalidad. El porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes, presentó el promedio más bajo para los aislados obtenidos de los sectores: Chinche (Chaquimayo) y Hualpamayta del distrito de Maranura, Markhuyoq y centro poblado Pucyura del distrito de Vilcabamba, con 86.67% de mortalidad, mientras que el porcentaje de mortalidad más alto se obtuvo con el aislado obtenido del sector Marampampa del distrito de Ocobamba con 91.11% de mortalidad.

Palabras clave: Nemátodos, *Steinernema sp.*, Mortalidad, Gorgojo de los Andes, *Cosmopolites sordidus* Germar

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido a problemas de contaminación ambiental, existe gran interés por el uso de métodos de control de plagas amigables con el medio ambiente y que además no sean perjudiciales para seres humanos, fauna y flora local. Saenz (2005) menciona que el uso de nemátodos entomopatógenos para el control de plagas es una alternativa promisorio debido a que, estos nemátodos muestran alta virulencia y rápida acción, el juvenil infectivo puede sobrevivir por períodos largos en el suelo, presentan alto potencial reproductivo, pueden ser criados en forma masiva en laboratorio y mayormente tiene amplio rango de acción. Los nemátodos entomopatógenos que han mostrado mejores resultados pertenecen a las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae.

El uso de nemátodos entomopatógenos para el control biológico de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y larvas del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) son alternativas de gran potencial que deben ser desarrollados, ya que, estos insectos plaga, debido a que sus larvas se ubican a nivel subterráneo, son difíciles de controlar con métodos tradicionales, como el uso de insecticidas.

Este trabajo de investigación tuvo el objetivo de cuantificar la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y larvas del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) al ser infectados a nivel de laboratorio con tres dosis diferentes de nemátodos entomopatógenos de la especie *Steinernema* sp. para tal fin, fue necesario recolectar muestras de suelo en trece localidades diferentes de la provincia de La Convención, con nemátodos entomopatógenos nativos existentes en forma natural, trasladar las muestras de suelo al laboratorio y a través del método de “insecto trampa” con larvas de *Galleria mellonella* L. recuperar y aislar los nematodos entomopatógenos en estados juveniles infectivos, esta suspensión fue utilizada para infectar larvas del gorgojo negro del plátano recolectados de campos de cultivo comercial, ubicados en el distrito de Maranura y Huayopata y larvas del gorgojo de los Andes recolectados en el Centro Agronómico K'ayra.

La autora

I. PROBLEMA OBJETO DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación del problema objeto de investigación

El gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) son plagas perjudiciales en la producción de ambos cultivos, las larvas de ambas plagas generan daños directos al rizoma, tallo y pseudotallo en el caso de gorgojo negro del plátano y a los tubérculos en el cultivo de papa, reduciendo considerablemente el rendimiento de ambos cultivos y generando pérdida económica a los productores.

Existen diversas técnicas y métodos para el control de estas plagas. Una de las técnicas es el control biológico, el cual consiste en utilizar enemigos naturales en forma planificada y controlada. Entre los enemigos naturales de las plagas mencionadas se encuentran los nemátodos entomopatógenos, estos organismos tienen la capacidad de eliminar las larvas de la plaga sin afectar el medio ambiente y no son tóxicos para la salud de humanos y animales, sin embargo, carece de algunas precisiones en cuanto al conocimiento de su patogenicidad en larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) en nuestra región, especialmente, cuando se utilizan **nemátodos entomopatógenos nativos** obtenidos de muestras de suelo recolectados de diferentes localidades de la provincia de La Convención, los cuales fueron recuperados en laboratorio para infectar a las larvas. Por ello, su eficacia debe ser investigada y difundida como una medida de control biológico entre los productores de los cultivos de plátano y papa. En consecuencia, este trabajo de investigación busca determinar la mortalidad de las larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) al ser infectadas por juveniles infectivos de nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema*, dentro de este contexto se realizan las siguientes preguntas de investigación:

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuánto es la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectadas con el nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*) en laboratorio, K'ayra-Cusco?

1.2.2. Problemas específicos

1. ¿Cuánto es la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con tres dosis (Juveniles/ml) de suspensión de estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), en condiciones de laboratorio?
2. ¿Cuánto es la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectadas con tres dosis (Juveniles/ml) de suspensión de estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), en condiciones de laboratorio?

II. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

2. Objetivos

2.1.1. Objetivo general

Determinar la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectadas con el nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*) en laboratorio, K'ayra-Cusco

2.1.2. Objetivos específicos

1. Cuantificar la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con tres dosis (Juveniles/ml.) de suspensión de estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), en condiciones de laboratorio.
2. Registrar la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectadas con tres dosis (Juveniles/ml.) de suspensión de estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), en condiciones de laboratorio.

2.2. Justificación

El gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y el gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) son dos plagas que generan pérdida económica importante a los productores del plátano y papa en la región, debido a ello a través de los años se ha buscado métodos adecuados para el control de estas plagas, de tal manera que puedan ser replicados por los productores. Dentro de estos métodos de control está el biológico que utiliza nemátodos entomopatógenos, debido a que estos organismos tienen gran potencial al ser amigables con la naturaleza y no afectar la salud pública, como si lo hacen los agroquímicos que genera resistencia en las plagas, contamina los acuíferos y degrada la salud del suelo. Este trabajo de investigación tiene un impacto ambiental positivo al promover un método de manejo integrado de plagas que es biodegradable y seguro para la salud de los agricultores y consumidores.

La presente investigación tuvo la finalidad de cuantificar la mortalidad en larvas de las plagas mencionadas al ser infectadas con juveniles del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, esta investigación es importante ya que, permitirá ampliar el conocimiento técnico sobre la efectividad de los nemátodos entomopatógenos en la mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce), así se podrá determinar si esta técnica es exitosa y de ser el caso se podrá recomendar a los productores el uso de estos microorganismos para el control de dichas plagas dentro de un programa de manejo integrado de plagas. Cabe recalcar que se utiliza una metodología para poder aislar nemátodos entomopatógenos en laboratorio, metodología que es utilizada en diferentes investigaciones mencionadas en antecedentes de la investigación.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis general

Las larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce), infectadas con estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), aislados de muestras de suelo procedentes de la provincia de La Convención, con el método “insecto trampa” con *Galleria mellonella* L. en condiciones de laboratorio, presentaron mortalidad en valores superiores al 50%.

3.2. Hipótesis específicas

1. Las larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con la dosis de suspensión más alta (Juveniles/ml.) de estados juveniles del nematodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*) en condiciones de laboratorio, aislados de muestras de suelo procedentes de la provincia de La Convención presentaron mortalidad en valores superiores al 50%.
2. Las larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce), recolectados en K'ayra, San Jerónimo e infectadas con la dosis de suspensión más alta (Juveniles/ml.) de estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), en condiciones de laboratorio, presentaron mortalidad en valores superiores al 50%.

IV. MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes de la investigación

4.1.1. Antecedentes internacionales

Amador et al., (2015) en la Universidad de Costa Rica, determinaron la mortalidad de larvas del gorgojo negro del platano (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio, infectando con estados juveniles del nemátodo entomopatógeno de la especie *Heterorhabditis atacamensis*, evaluaron cinco concentraciones de juveniles 25, 50, 100, 500 y 1,000 juveniles de nemátodos por larva, más un testigo sin nemátodos, la unidad experimental fue una placa Petri con cinco larvas de gorgojo negro, fue asumido el diseño experimental al azar con cinco repeticiones, los resultados fueron: se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, la mayor mortalidad se presentó con la dosis de 1,000 juveniles de nemátodos por larva con 84% de mortalidad,

Suárez (2023) en la Universidad Agraria del Ecuador evaluó el control del gorgojo negro del platano (*Cosmopolites sordidus*), utilizando el nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema feltiae* en condiciones de laboratorio y campo, en el laboratorio fue asumido el diseño completo al azar con siete repeticiones, fueron evaluados los tratamientos: 250, 150 y 75 millones de juveniles/m² y un testigo sin nemátodos, se consideró como unidad experimental una placa Petri, los resultados fueron: no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, a las 24 horas de la infección la mayor mortalidad fue de 42.86%, a las 48 horas la mortalidad se incrementó al 85.71% y a las 72 horas la mortalidad llegó al 100%.

Sepulveda et al., (2008) evaluaron la virulencia de nemátodos entomopatógenos de las especies *Steinernema carpocapsae*, y *Heterorhabditis bacteriophora*, sobre larvas de último instar del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio, el experimento fu instalado según el diseño completo al azar con arreglo factorial, evaluándose dos especies de nemátodos entomopatógenos y tres dosis de 10, 100 y 1.000 Juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión más un testigo sin nemátodos, con cinco repeticiones, la unidad experimental estuvo conformado por una placa Petri con 10 larvas de gorgojo negro del plátano, los resultados fueron: se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos con

relación al testigo sin nemátodos, el porcentaje más alto se logró con la dosis de 100 juveniles/ 25 ml con 93% de mortalidad.

Caro et al., (2021) evaluaron el control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*) utilizando nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema*, el experimento fue instalado según el diseño completo al azar con 10 repeticiones, fueron evaluados los tratamientos: 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión, más un testigo sin nemátodos, la unidad experimental estuvo conformado por una placa Petri y ocho larvas del último instar de larvas de *Premnotrypes vorax*, la mortalidad fue evaluada cada 24 horas con tres conteos, los resultados fueron: se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos cuando el conteo se realizó a las 24 horas, siendo el mejor 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión con 91.7% de mortalidad, sin embargo, cuando para el conteo a los 72 horas no se presentaron diferencias significativas, el promedio general de mortalidad fue de 95.8%.

Argotti et al., (2022) evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis*, el experimento fue instalado según el diseño completo al azar con arreglo factorial y tres repeticiones, la unidad experimental fue una placa de 20 celdas para el género *Steinernema* y tubos Eppendorf para *Heterorhabditis*, los resultados fueron: se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, siendo el mejor resultado 68% de mortalidad, la dosis letal media fue de 3.2 juveniles/larva.

4.1.2. Antecedentes nacionales

Basilio (2018) en Yanahuanca, Pasco realizó el aislamiento e identificación de nemátodos entomopatógenos en 40 muestras de suelo agrícola de diferentes pisos altitudinales, las muestras fueron obtenidas en forma sistemática, los nemátodos entomopatógenos fueron aislados utilizando el método de gusano trampa, la especie utilizada fue *Galleria melonella*, se utilizaron frasco de 0.5 l y se colocaron cinco larvas del insecto trampa, los nemátodos recuperados fueron identificados por un especialista del Centro Internacional de la Papa, la recuperación de los nemátodos se

realizó utilizando trampas White, los juveniles recuperados fueron almacenados en placas Petri con agua destilada en un volumen de 30 ml y 7,000 juveniles de nemátodos, el conteo de nemátodos se realizó por el método de dilución volumétrica mencionado por Kaya y Stock (1997) y Alcázar y Cañedo (2003), el mantenimiento de nemátodos se realizó colocando un mililitro de solución de la suspensión a una concentración de 200 juveniles/ml sobre un disco de papel filtro Whatman N° 1. Entre los resultados se tiene: de las 40 muestras de suelo de las siete localidades se encontró solamente siete con nemátodos entomopatógenos, de la indentificación realizada por especialista se determinó que todos los aislados presentaron juveniles del género *Heterorhabditis*, las muestras de suelo que presentaron nemátodos entomopatógenos provenían de suelos con pH en el rango de 7.09 a 8.25, materia orgánica de 2.1 a 5.8%, textura franca arenosa y franco arenoso arcilloso.

Mathios et al., (2022) aislaron e identificaron nemátodos entomopatógenos nativos, en suelos de Yurimaguas, Loreto, fueron utilizados 46 muestras de suelos obtenidos en forma sistémica de parcelas de plátano, yuca y cacao, la recuperación y aislamiento de los nemátodos fue realizado por el método del insecto trampa, se utilizó larvas de *Galleria melonella*, se ubicaron de 5 a 10 larvas por cada recipiente, los recipientes fueron ubicados en ambientes con 20 a 25°C por una semana, los insectos muertos en los envases fueron colocados en trampas White para recuperar los juveniles de nemátodos entomopatógenos, durante 15 días, los juveniles recuperados en las trampas White fueron identificados en el laboratorio de Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Entre los resultados se tiene, se encontraron nemátodos entomopatógenos del género *Heterorhabditis* y *Steinernema*, usando solamente los descriptores para juveniles infectivos se concluye que la especie es *Heterorhabditis bacteriophora*.

Riojas (2025) aislo e identificó nemátodos entomopatógenos en Tumbes, recolectó aleatoriamente muestras de suelo en 10 zonas diferentes, los nemátodos fueron aislados de las muestras de suelo con insectos trampa, se utilizó larvas de *Galleria mellonella*, las larvas muertas fueron colocadas en trampas White y se aislaron juveniles de nemátodos entomopatógenos los cuales fueron almacenados, multiplicados e identificados mediante la secuenciación del gen ADNr 18S a partir de

cepas puras. Entre los resultados se tiene la identificación de cuatro cepas de nemátodos entomopatógenos: *Cervidellus vexilliger*, *Heterorhabditis bacteriophora* y *Heterorhabditis indica*, con porcentajes de identidad superiores al 90%.

4.1.3. Antecedentes locales

A nivel local, no se registran estudios previos sobre nematodos entomopatógenos.

El presente trabajo de investigación fue realizado sin considerar el testigo, debido a que el objetivo de la investigación fue determinar el efecto de las diferentes dosis de juveniles infectivos en la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano y el gorgojo de los Andes, de haber utilizado un testigo, el cual sería necesariamente sin nemátodos entomopatógenos, el resultado predecible sería la ausencia de mortalidad, por tanto, el valor del porcentaje de mortalidad sería cero y esto afectaría el análisis de varianza. También cabe recalcar que el experimento fue realizado en laboratorio bajo condiciones controladas, lo que permitió minimizar variables externas, asegurar la reproducibilidad de los resultados y garantizar la validez de los datos obtenidos en un entorno regulado, a pesar de ello se cita a continuación trabajos de investigación en los cuales no se utilizaron testigos:

Astudillo (2005) en la tesis “Evaluación de laboratorio de nemátodos entomopatógenos del género *Diplogaster* sobre *Premnotrypes vorax* Hustache (Coleoptera: Curculionidae)” realizada en la Universidad de Azuay en Cuenca, Ecuador, en el primer ensayo en el cual determinó la mortalidad media del nemátodo entomopatógeno *Diplogaster sp* sobre *Premnotrypes vorax* utilizó nueve tratamientos: 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 nemátodos adultos y no utilizó ningún testigo.

Argotti et al., (2022) en la investigación “Evaluación de la patogenicidad de nemátodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* en gusano blanco (*Premnotrypes vorax* Hustache) plaga de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Ecuador” realizado en la Universidad de las Fuerzas Armadas, en Sangolquí, Ecuador, a pesar de que utilizó un testigo sin nemátodos entomopatógenos, el

resultado del testigo fue descartado, ya que los valores fueron 0 y afectaron el análisis de varianza, sesgando las conclusiones.

Rodriguez (2019) en la tesis “Caracterización de aislados nativos de nemátodos entomopatógenos y uso potencial contra *Spodoptera frugiperda*” realizado en la Universidad Nacional Agraria en Mangua, Nicaragua, en el experimento instalado en laboratorio para determinar el efecto de cuatro concentraciones de aislados nativos de *Heterorhabditis sp* sobre larvas del segundo estadio larval (L2) de *Spodoptera frugiperda* (Smith) no utilizó testigo sin nemátodos entomopatógenos, igualmente en el experimento instalado para la evaluación de la patogenicidad de las bacterias simbiote Photorhabdus. (*P. luminescens* subsp. Akhurstii, *P. luminescens* subsp. luminescens) no utilizó testigo.

Rodas & Cueva (2023) en la tesis “Caracterización ecológica de tres cepas (PM10, PC9, SV19) de nemátodos entomopatógenos nativos del departamento de Lambayeque, 2021” realizada en la Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, en Lambayeque, en el experimento instalado en el laboratorio para determinar la mortalidad de tres cepas de nemátodos entomopatógenos en larvas de *Galleria mellonella* no utilizó testigo, al instalar el experimento en arreglo factorial entre tipo de cepa y concentración de nemátodo entomopatógeno.

Garcia et al., (2013) en la investigación “Evaluación de nematodos entomopatógenos para el control del picudo de la piña en el estado Táchira Venezuela” realizada en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Táchira, Venezuela, en el experimento instalado para determinar la efectividad de los nemátodos entomopatógenos para el control del picudo de la piña, *Metamasius dimidiatipennis* (Jekel), no utilizó testigo, instalaron el experimento según el diseño factorial completamente aleatorizado con tres cepas nativas y dos cepas foráneas en cinco concentraciones de juveniles infectivos por cada cepa (100, 300, 500, 700 y 1.000 JI/ml/placa) y cinco repeticiones (cinco larvas por tratamiento y por repetición).

4.2. Bases teóricas

4.2.1. Nemátodos entomopatógenos

Concepto

Uribe et al., (2020) indica que los nemátodos entomopatógenos son organismos microscópicos de cuerpo redondo y alargado, utilizados en programas de control biológico de varias plagas, debido a que se alimentan exclusivamente de insectos. **Larriva & Bravo (2005)** menciona que son organismos invertebrados apendiculados, que no presentan segmentos, poseen cuerpo, cavidad y un tracto digestivo completo, no cuentan con sistema circulatorio especializado, su sistema nervioso es bien desarrollado, presentan sistema excretor y gran cantidad de músculos longitudinales.

Taxonomía

Polack et al., (2020) mencionan 30 familias de nemátodos entomopatógenos con potencial de generar daño a insectos y que pueden ser utilizados en control biológico de plagas, dentro de este grupo, los más promisorios son siete familias: Mermithidae, Allantonematidae, Neotylenchidae, Sphaerularidae, Rhabditidae, Steinernematidae y Heterorhabditidae. **Saenz (2005)** indica que las especies de nemátodos entomopatógenos que tienen mejor resultado en el control biológico de plagas pertenecen a las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae.

Distribución

Polack et al., (2020) indican que la distribución de los nemátodos entomopatógenos es muy amplia, se encuentran dispersas a nivel mundial, sin embargo, los géneros y especies varía según la región geográfica. Al presente se han reportado cerca de 90 especies de nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae y 20 especies pertenecientes a la familia Heterorhabditidae, no todas estas especies se multiplican y utilizan en el control biológico. Actualmente las especies: *Steinernema carpocapsae* (Weiser) Wouts, Mráček, Gerdin & Bedding, *Steinernema feltiae* (Filipjev) Wouts, Mráček, Gerdin & Bedding y *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar son utilizadas en el control biológico de plagas importantes como el gorgojo negro del plátano, cogollero del maíz, algunas plagas de papa, especialmente Curculionidae, plagas de la caña de azúcar, entre otros.

4.2.2. Familia Steinernematidae

Taxonomía

Larriva & Bravo (2005) indican la posición taxonómica del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.*:

Phylum: Nemata
Clase: Secernentea
Orden: Rhabditida
Familia: Steinernematidae
Género: *Steinernema*
Especie: *Steinernema sp.*

Características morfológicas

Larriva & Bravo (2005) mencionan que los nemátodos de la familia Steinernematidae son parásitos obligatorios de insectos, sus características morfológicas principales son:

- **Hembras:** presentan mayor tamaño que los machos, su longitud se ubica en el rango de 600 a 1100 µm, presentan cutícula lisa, no tienen campos laterales, muestran poro excretor diferente. La cabeza tiene forma redondeada o truncada, según la especie. Presentan seis bordes, parcial o completamente fusionadas con la papila labial. La vulva se ubica a la mitad del cuerpo, en algunas especies, puede ubicarse sobre una protuberancia. Las hembras pueden ser ovíparas, es decir colocan huevos en el exterior y de ella eclosionan los juveniles infectivos, pueden ser también ovovivíparas, es decir los estados juveniles ya desarrollados, emergen del cuerpo de la hembra.
- **Machos:** presenta en la porción anterior, seis papilas labiales, de los cuales cuatro son cefálicas, largas y normalmente con disco perioral. El esófago es similar al de las hembras, testis simple, sus espículas son pareadas, el gubernaculum es largo, algunas veces tan largo como las espículas, su bursa es ausente. El rabo presenta punta redondeada, digitada o mucronada. Su estructura genital es simple y de 10 a 14 pares de papilas genitales con 7 a 10 pares de preclocales.

- **Estado juvenil infectivo:** el tercer estado de desarrolla larval se considera el juvenil infectivo, cuenta con un estoma colapsado, con o sin funda, presencia de campos laterales con 4 a 9 incisiones y de 3 a 8 crestas lisas. El esófago y el intestino tienen apariencia reducida. El poro excretor es diferenciado y tiene una cola conoide y filiforme.

Ciclo biológico

Cedano (2019) señala que los nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae presenta tres estados principales: huevo, juveniles y adulto, sin embargo el estado juvenil puede a su vez presentar cuatro estadios. El juvenil del tercer estadio es conocido como juvenil infectivo, debido a que es de vida libre. El juvenil infectivo conserva la cutícula del segundo estadio juvenil y tiene en su tracto digestivo la bacteria simbiote del género *Xenorhabdus*.

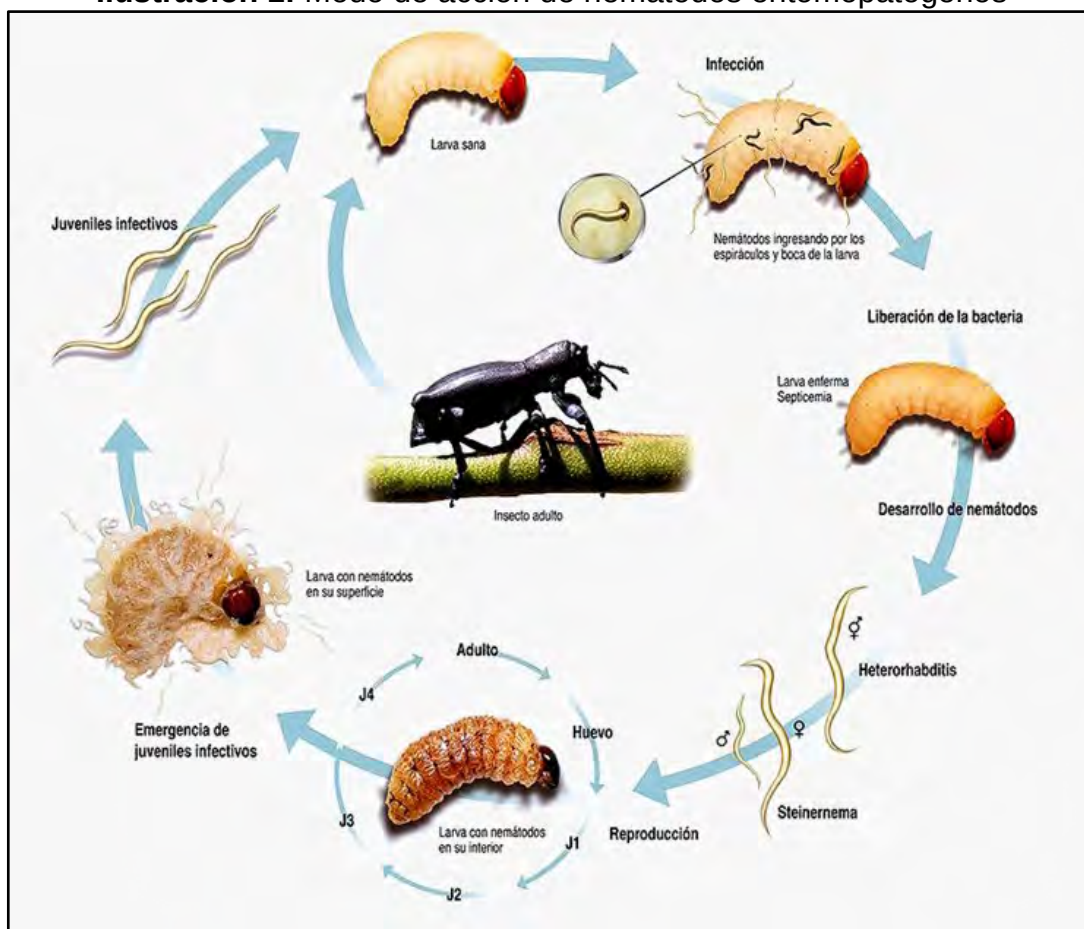
Modo de acción

Cedano (2019) indica que el juvenil infectivo puede vivir en forma libre en el suelo hasta por seis meses, cuando ubica el hospedero ingresa a traves de las aberturas naturales del insecto como boca, ano, espiráculos, incluso puede atravesar las membranas intersegmentales con la ayuda del diente, que posee en la zona dorsal a manera de un gancho, con el cual rompe la cutícula externa del insecto, luego de ingresar al hospedero se ubica en el hemocelo y regurgita la bacteria simbiote. La bacteria se multiplica rápidamente, libera toxinas y produce proteasas, los cuales ayudan a digerir los tejidos del insecto, produce también antibióticos que inhiben el crecimiento de colonizadores secundarios, el insecto infectado muere por septicemia en un plazo máximo de 48 horas luego de la infección. Los juveniles infectivos en el interior del hospedero se alimentan de las bacterias y de tejidos del insecto y pasan al cuarto estadio juvenil y luego al estado adulto, los cuales se reproducen y pueden generar hasta tres generaciones en el interior del hospedero, cuando el alimento comienza a escasear los juveniles infectivos producidos dentro del hospedero abandonan el cadáver.

El modo de acción de los nematodos entomopatógenos se resume de la siguiente manera:

- Búsqueda y localización: **Cedano (2019)** indica que el juvenil infectivo es el único estadio que se encuentra libre en el suelo y tiene la capacidad de buscar e infectar las larvas del gusano plaga, en el caso de las especies de *Steinernema*, los juveniles infectivos emboscan a las larvas quedándose quietas, fenómeno conocido como nictación.
- Penetración al hospedero: Universidad de California (2017) refiere que los juveniles infectivos de los nemátodos entomopatógenos luego de encontrar a sus huéspedes entran a través de aberturas naturales como la boca, espiráculos y ano, en algunos casos por la membrana intersegmentaria, en otros géneros diferentes al *Steinernema* poseen diente cuticular especializado.
- Liberación de la bacteria simbiote y ocurrencia de septicemia: Loreto & Andrés (2009) mencionan que una vez que los juveniles infectivos se encuentran dentro del hemocelo liberan bacterias simbióticas del género *Xenorhabdus* que se encuentran alojadas en sus intestinos, las bacterias liberadas se multiplican rápidamente dentro del organismo del huésped y emiten toxinas que destruyen los tejidos de la larva y detienen el sistema inmune de la plaga, generando muerte por septicemia en el lapso de 24 a 48 horas.
- Reproducción y emergencia: **Larriva & Bravo (2005)** indican que los nematodos dentro del huésped se alimentan de la sopa bacteriana y de los tejidos que fueron desintegrados por la actividad bacteriana, los nemátodos producen tres generaciones completas dentro de huésped y cuando los alimentos se terminan, una inmensa cantidad de juveniles infectivos rompen la cutícula del insecto muerto y emergen al suelo para repetir el ciclo.

Ilustración 1: Modo de acción de nemátodos entomopatógenos



Fuente: **Urtubia et al., (2015)**

Síntomas de infección

Morton (2009) menciona que el principal síntoma externo de la infección de nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae es el cambio de coloración del insecto muerto, este cambio de coloración se debe a la acción de la bacteria simbiote, razón por la cual, es fácil distinguir entre una familia y otra, ya que el género de la bacteria simbiote es distinto. En la familia Steinernematidae la bacteria simbiote es del género *Xenorhabdus*, razón por la cual, las larvas infectadas y muertas por este nemátodo, adquieren coloración marrón, que puede ir desde el ocre al casi negro.

Rango de huéspedes

Saenz (2005) indica que, a nivel de laboratorio, casi todas las especies de nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae infectan en forma exitosa a una gran variedad de insectos, causándoles la muerte, esto se debe posiblemente a que existe

un contacto seguro entre el juvenil infectivo y el insecto, al ser las condiciones ambientales óptimas, o no existe barreras ecológicas o de comportamiento para que ocurra la infección, sin embargo, a nivel de campo los nemátodos entomopatógenos infectan y destruyen un limitado rango de huéspedes, por las barreras antes mencionadas.

Basilio (2018) menciona que una gran cantidad de órdenes de insectos han demostrado susceptibilidad a la infección de nemátodos entomopatógenos, especialmente insectos plagas cuya estadios larvales o adultos viven en el suelo, las pruebas en laboratorio han demostrado alta mortalidad de larvas o adultos, obteniéndose actualmente cepas de nemátodos altamente destructivos, aunque a nivel de campo ha mostrado algunas limitaciones. Actualmente el uso de nemátodos entomopatógenos para el control biológico de plagas agrícolas es una alternativa potencial de gran importancia en los programas de manejo integrado de plagas. Se ha registrado el uso de nemátodos entomopatógenos de las familias *Steinernema* contra plagas insectiles de gran importancia como *Spodoptera sp.*, *Agrotis ipsilon*, *Ceratitis capitata*, *Otiorhynchus sulcatus*, *Diabrotica virgifera*, entre otros.

Aspectos ecológicos

Larriva & Bravo (2005) mencionan algunos aspectos ecológicos de los nemátodos entomopatógenos de esta familia:

- **Dispersión:** la dispersión de los estados juveniles infectivos en el suelo depende de la estrategia que tienen para ubicar e infectar insectos hospederos, cuando la estrategia es emboscar, es decir esperar que se presente un hospedero, se limita la dispersión de los juveniles, este tipo de especies de nemátodos entomopatógenos tiene dispersión limitada y lenta, mientras que, los juveniles que tienen la estrategia de buscar al hospedero hasta ubicarlo tienen mayor dispersión en el suelo. Otros factores que afectan la dispersión de los nemátodos juveniles son las características físicas del suelo como la porosidad, los suelos arcillosos debido a sus partículas finas, limitan la dispersión de los juveniles infectivos, influye también la humedad presente en el suelo, ya que, los juveniles de nemátodos requiere de una película de agua entre las

párculas del suelo para dispersarse en el suelo, un factor adicional es la temperatura del suelo y la presencia de raíces de las plantas.

- **Supervivencia:** la supervivencia de los nemátodos entomopatógenos depende del tipo de suelo, por ejemplo, suelos con gran capacidad de desecación, escasa retención de humedad y geotemperaturas bajas, afectan la supervivencia de los nemátodos entomopatógenos. Los nemátodos entomopatógenos se encuentran adaptados a las condiciones del suelo donde viven, un nemátodo aislado de suelos tropicales muere rápidamente cuando la temperatura ambiental desciende a 10°C. Un factor importante que afecta la supervivencia de los nemátodos entomopatógenos es la presencia en el suelo de hongos que atacan a los juveniles infectivos de nemátodos y que tienen la capacidad de penetrar la cutícula y generar mortalidad, como el hongo *Hirsutella rhossiliensis*. Otro factor que afecta la supervivencia de los nemátodos entomopatógenos, es la acción residual de nematicidas, que son aplicados para el control de nemátodos fitopatógenos.
- **Competencia interespecífica:** a pesar de que los nemátodos entomopatógenos son de amplia distribución mundial, los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* no pueden coexistir en un solo hospedero, mientras que, especies de la familia *Steinernematidae* pueden coexistir en el mismo hospedero, sin embargo, se ha observado que existen especies de la familia *Steinernematidae* que presentan relación antagónica. La incompatibilidad entre los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* se debe probablemente a que estos géneros, tienen bacterias simbiotes de diferente género y se ha demostrado que el nematodo de un género no puede alimentarse sobre la bacteria de otro género.

Efecto de factores ambientales

Cedano (2019) menciona los principales factores ambientales que afectan la acción de nemátodos entomopatógenos de la familia *Steinernematidae*:

- **Temperatura:** La temperatura del suelo influye en el grado de infección de los juveniles, en su desarrollo posterior, la reproducción de los adultos, la movilidad de los juveniles en el suelo y la supervivencia de los juveniles infectivos. El rango de temperatura, dentro del cual ocurre la infección y muerte del

hospedante depende del género y especie del nemátodo entomopatógeno e incluso de la procedencia de los aislados. Las especies de la familia Steinernematidae son más activas a temperaturas bajas. El rango de temperatura para la infección de *Steinernema riobrave* es de 10 y 39°C, mientras que para *Steinernema feltiae* es de 8 a 30°C. En general la infectividad de nemátodos entomopatógenos se reduce por encima de 30 ° C y debajo de 15°C.

- **Humedad del suelo:** se ha demostrado que los juveniles infectivos de nemátodos entomopatógenos pueden desplazarse en el suelo vertical y horizontalmente hasta una distancia de 90 centímetros en un mes, esta cualidad les permite buscar con facilidad al hospedante. El desplazamiento de los juveniles infectivos es fuertemente afectado por la humedad del suelo, los juveniles requieren de una lámina de agua para desplazarse, esta lámina debe ubicarse entre las partículas del suelo, se ha observado un mayor número de juveniles infectivos luego de incrementar la humedad del suelo, debido posiblemente a que los juveniles infectivos se mantienen dentro del hospedero hasta que la humedad del suelo se incremente y luego emergen, incrementando su número en el suelo. Los extremos de humedad en el suelo son también negativos para la diseminación de los juveniles de nemátodos, suelos saturados de agua generan deficiencia de oxígeno y provocan muerte de juveniles infectivos por hipoxia, este daño es severo si la condición de alta saturación persiste por un tiempo largo, el mismo efecto ocurre cuando existe un periodo de alta sequedad del suelo, se concluye que la humedad del suelo influye en la dispersión del juvenil infectivo y por tanto, afecta en su efectividad.
- **pH del suelo:** el efecto del pH del suelo sobre la infectividad y supervivencia de los nemátodos entomopatógenos no está bien determinada, debido a que los nemátodos entomopatógenos fueron aislados de una gran diversidad de suelos con pH diferentes desde los ácidos hasta los básicos y presentaron buena infectividad. En algunos estudios se demostró que la supervivencia e infectividad de los nemátodos entomopatógenos se reduce ligeramente al reducirse el pH de 8 a 4, en estas condiciones la supervivencia declina de manera drástica y no se presenta mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* L.

En otro estudio se ha demostrado que a pH 4, la especie *Steinernema kraussei* limita su parasitismo en *Cephalcia abietis* de manera significativa.

- **Textura del suelo:** esta característica física del suelo influye en la dispersión de los juveniles infectivos, quienes utilizan lámina de agua para dispersarse a través de ella. La textura del suelo influye en la retención de humedad y la presencia de oxígeno, suelos de textura suelta como los arenosos, presenta una gran cantidad de macroporos, los cuales generan espacios amplios a través del cual el agua se mueve con facilidad, mejorando la dispersión de los juveniles infectivos de nemátodos entomopatógenos, en el otro extremo suelos pesados con alto contenido de arcilla retrasa la dispersión de juveniles de nemátodos ya que, al existir una gran cantidad de microporos se dificulta el movimiento del agua y con ello la dispersión de los juveniles de nemátodos. Se ha demostrado que la dispersión de los juveniles infectivos se reduce conforme se incrementa la cantidad de limo y arcilla del suelo. Otro efecto de la textura es la disponibilidad de oxígeno, ya que, los nemátodos entomopatógenos son organismos aeróbios y por tanto requieren oxígeno para su respiración celular, los suelos arcillosos tiene baja disponibilidad de oxígeno, especialmente cuando están saturados de humedad y por tanto, son un factor limitante para los nemátodos entomopatógenos.
- **Luz:** Se ha demostrado que la luz ultravioleta inactiva los juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema carpocapsae*, cuando son expuestos directamente a la luz solar durante 60 minutos. Esta particularidad de los nemátodos anteriormente mencionados, se debe tener en cuenta cuando los aislados son aplicados como biopesticidas durante los días soleados, una técnica recomendada para evitar este efecto negativo de la radiación solar, es regar el suelo inmediatamente después de la aplicación. Se ha determinado que la radiación ultravioleta con una exposición media de 302 nm, no afecta a *Steinernema carpocapsae*. *Steinernema carpocapsae* ha demostrado mayor tolerancia ya que, no presenta efectos negativos a exposiciones de 6 minutos.

4.2.3. Aislamiento y conservación de nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae

Muestreo de suelos

Coyne et al., (2007) recomiendan las siguientes medidas para el muestreo:

- **Herramientas y materiales:** las herramientas recomendadas para realizar un buen muestreo son: pico, azada, pala, barreno y tijera, mientras que, los materiales necesarios son bolsas de polietileno, etiquetas, rotuladores, lápiz y cuaderno de notas. Cuando se utiliza barreno la caña debe tener de 20 a 30 cm de longitud y 20 a 25 mm de diámetro, puede ser completamente cilíndrico o semi-cilíndrico.
- **Número de muestras:** se recomienda tomar como mínimo 20 submuestras por hectárea de terreno y como máximo 50 submuestras, estas submuestras deben mezclarse y homogenizarse y luego debe obtenerse una muestra compuesta. La cantidad de submuestras y la forma como se extrae determina la representatividad de la muestra, cuanto mayor sea el número de submuestras mayor exactitud tiene la evaluación, sin embargo, es preciso alcanzar un equilibrio entre el tiempo necesario para tomar las muestras y los medios disponibles. Al formar una muestra compuesta se mejora la conservación, ya que, se mantiene la temperatura y humedad de las mismas.
- **Diseño del muestreo:** la distribución de los nemátodos entomopatógenos no es uniforme en el campo, razón por la cual, el muestreo no debe ser aleatorio sino sistemático, ya que, en muchos campos los nemátodos entomopatógenos se distribuyen en forma localizada a manera de manchas o lotes, es importante por tanto, reconocer el terreno previamente, para identificar áreas donde exista alta probabilidad de presencia de nemátodos entomopatógenos. El muestreo sistemático es una forma más estructurada de tomar muestras ya que considera la naturaleza del campo y la distribución del nemátodo.
- **Época de muestreo:** el momento oportuno de muestreo es importante, ya que, la presencia de nemátodos entomopatógenos en el campo, coincide con las etapas de crecimiento del cultivo, varias especies de nemátodos incrementan su densidad poblacional y alcanzan niveles máximos en la etapa de crecimiento activo del cultivo, mientras que, su densidad se reduce cuando el cultivo entra

en la etapa de cosecha, reduciéndose al mínimo en los meses en los cuales no existe cultivo en el campo, por tanto, la muestra debe recogerse en la etapa de crecimiento activo o inmediatamente antes de la cosecha de los cultivos anuales, en el caso de los cultivos permanentes el muestreo se debe realizar en el periodo de crecimiento activo de la planta, normalmente en la época de lluvias, cuando el cultivo es en secano.

- **Recolección de la muestra:** la muestra no debe obtenerse cuando el suelo esta muy húmedo o muy seco. Cuando la superficie del campo es muy grande se debe dividir en cuadrículas de una hectárea en promedio, se debe obtener una muestra compuesta por hectárea, el peso de la muestra compuesta debe ser en promedio de uno a dos kilogramos. La submuestra debe tomarse a la profundidad de la capa arable o zona de mayor concentración de raíces, es decir de 20 a 30 cm de profundidad, se puede utilizar cualquiera de las herramientas mencionadas anteriormente. La muestra compuesta debe empacarse en bolsas de polietileno y etiquetarse de preferencia con lápiz, identificando la parcela y la fecha de muestreo.
- **Cuidados de la muestra:** debido a que los nemátodos entomopatógenos cuando se encuentran en el suelo son muy sensibles y pueden morir fácilmente, se debe tener en cuenta algunos cuidados: las muestras no deben exponerse a la radiación solar directa ya que, son susceptibles a la radiación ultravioleta, el tiempo entre la obtención de la muestra y el aislamiento de nemátodos entomopatógenos en el laboratorio debe ser corto para evitar muerte de nemátodos, las muestras compuestas una vez recogidas del campo, para su traslado debe acomodarse en cajas herméticamente cerradas, de preferencia cajas térmicas que mantenga la humedad del suelo, cuando no sea posible realizar el aislamiento de nemátodos en el laboratorio en forma inmediata, las muestras debe almacenarse en ambientes frescos o de baja temperatura como máximo durante dos semanas, en el caso de muestras procedentes de zonas cálidas las muestras no deben refrigerarse ya que, los nemátodos son afectados severamente por temperaturas bajas.

Aislamiento de nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae

Uribe et al., (2020) describen el procedimiento para aislar nemátodos entomopatógenos de muestras de suelo:

- Las muestras de suelo deben colocarse en envases descartables o tapers de un litro de capacidad.
- Las muestras de suelo se humedecen hasta capacidad de campo.
- Se adicionan 10 larvas de *Galleria mellonella* L. del quinto instar sobre la superficie del suelo ubicado en el recipiente.
- Se cubre las larvas de *Galleria mellonella* L. con el mismo suelo de la muestra.
- Se voltea el recipiente sobre la mesa y se obliga a las larvas de *Galleria mellonella* L. ascender hacia la superficie atravesando el suelo, infectándose con los juveniles de nematodos entomopatógenos.
- Se espera durante durante cuatro días y luego se inspecciona las larvas infectadas. Las larvas infectadas presentan cambio de coloración, el color es característico de la familia.
- Las larvas infectadas se extraen del suelo y se acomodan sobre placas Petri al menos durante cinco días para esperar que el proceso infeccioso continúe y las larvas mueran.
- Las larvas muertas por la infección son instaladas en trampas White, se acomodan dentro de la trampa White sobre papel filtro, luego se agrega agua destilada estéril en la base del montaje, finalmente se espera de 8 a 20 días y se verifica con estereoscopio la presencia de juveniles infectivos que abandonan el cadáver y se distribuyen en el agua destilada estéril, recuperándose y formándose los aislados de nemátodos entomopatógenos.

Conservación de nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae

Saenz (2005) menciona que los juveniles infectados en el procedimiento anterior pueden conservarse en frascos herméticos en ambiente natural. Dependiendo de la especie del nemátodo entomopatógeno pueden conservarse en soluciones acuosas a 4°C, en el caso de que no procedan de zonas tropicales, se ha visto que el género *Steinernema* puede conservarse sin perder su capacidad infectiva de seis a doce meses. Cuando los nemátodos entomopatógenos son utilizados en programas de control biológico se debe acondicionar los juveniles infectivos de forma que no pierdan

su capacidad infectiva, el medio más sencillo es mezclarlos con sustratos húmedos o que conserva la humedad, este tipo de formulación requiere refrigeración para mantener su cualidad infectiva por periodos largos de tiempo, en otro tipo de formulaciones es necesario reducir al mínimo su tasa metabólica inmovilizándolos en forma parcial o desecando, estas formulaciones debe contener alginato, vermiculita, arcillas, carbón activado, policriamida y gránulos dispersantes de agua. La formulación que ha tenido éxito son los gránulos dispersables en agua desarrollado para especies de *Steinernema carpocapsae* y *Steinernema fellaiae* esta formulación combina grandes cantidades de juveniles infectivos de nemátodos entomopatógenos vivos sin refrigeración y que pueden ser fácilmente transportados. En el momento de aplicación se mezcla con agua para rehidratar los juveniles infectivos, este proceso continuo en el suelo durante tres días, en este tipo de formulación los nemátodos entomopatógenos, almacenados a 25°C pueden sobrevivir de cinco a seis meses para la especie *Steinernema carpocapsae*, dos meses para la especie *Steinernema Jeltiaey* y hasta un mes para la especie *Steinernema riobrave*.

4.2.4. Conteo de nemátodos entomopatógenos de la familia Steinernematidae

Uribe et al., (2020) recomiendan el siguiente procedimiento para el conteo de nemátodos entomopatógenos:

- El aislado de nemátodos debe llevarse a un volumen conocido, agregando agua destilada estéril hasta 40 o 50 ml de volumen.
- Homegenizar la suspensión agitando el tubo, con la finalidad de que los nemátodos se distribuyan en forma uniforme en la suspensión.
- Tomar un mililitro de la suspensión (1000 µl) y depositar en un tubo de centrifuga de 15 ml.
- Completar el volumen a 10 ml agregando 9.0 ml de agua destilada estéril, luego se agita el tubo para homogenizar.
- Tomar 5 gotas de la suspensión, cada una de 100 µl y se procede a contar los nematodos en cada gota.
- La concentración de nemátodos se calcula con la siguiente formula:

$$S = \frac{N + 1 \times (X + 1)}{M}$$

Donde:

S= Concentración de nemátodos entomopatógenos por mililitro de la solución madre.

N= Promedio de nemátodos por gota contabilizada

M= volumen de la gota en la cual se contabiliza

X+1= dilución realizada (9 +1)

Coyne *et al.*, (2007) recomiendan las siguientes medidas para un conteo adecuado:

- Concentrar el aislado en un volumen conocido utilizando probeta o vaso graduado.
- Agitar la suspensión antes de tomar una alícuota de la misma.
- Usar pipeta con extremo ancho para tomar alícuotas y evitar obturación por residuos. Se recomienda cortar puntas de pipetas para ampliarlas.
- Al obtener la alícuota con pipeta se debe tener cuidado de las salpicaduras.
- Si la densidad poblacional de nemátodos es muy baja se puede contar en todo el aislado.
- Cuando la densidad poblacional del nemátodo es muy alta, se debe contar los en alícuotas de 1 o 2 ml. Se puede diluir la suspensión para facilitar el conteo.
- El conteo se realiza siguiendo en forma sistemática el mismo recorrido en la cámara de recuento, con la ayuda de la cuadrícula marcada en el fondo de la placa. En el caso de que los nemátodos floten en la superficie de la suspensión, se debe esperar a que sedimenten, o agregar una gotita muy pequeña de jabón líquido.
- Se puede utilizar un contador para facilitar la labor, en su defecto anotar en un papel los nematodos contados haciendo una raya o trazo.
- Terminado el conteo se debe devolver la alícuota a la suspensión de donde se extrajo la alícuota.
- El conteo debe repetirse en tres alícuotas, calculándose el promedio
- El número total de nemátodos por muestra se calcula multiplicando el número de nematodos contados en cada alícuota por el volumen total de la suspensión.

4.2.5. Gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)

Posición taxonómica

Paucar (2012) citado por **Lopez (2017)** menciona la siguiente posición taxonómica:

Phyllum: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Coleoptera

Familia: Curculionidae

Género: *Cosmopolites*

Especie: *Cosmopolites sordidus* Germar, 1824

Morfología

- **Adulto:** **Rojas (2013)** menciona que los adultos son escarabajos de color café rojizo al emerger de la pupa y de color negro cuando se encuentran bien desarrollados, la longitud del adulto varia de 1.5 a 2.0 cm, la cabeza presenta probosis larga y curva con dos antenas grandes. El adulto puede vivir hasta dos años y mantenerse vivo durante seis meses sin ningún tipo de alimento.
- **Huevo:** **Alarcon & Jimenez (2012)** mencionan que el huevo del gorgojo negro del plátano es de forma cilíndrica, de color blanco o ligeramente amarillo, sus dimensiones normalmente son de 1.8 x 0.7 mm. Los huevos son ovopositados en forma individual y dentro de grietas previamente abiertas con la probosis de la hembra, luego de la oviposición son tapadas por la propia hembra. Una hembra adulta puede llegar a ovopositar de 60 a 100 huevos, dependiendo de las condiciones climáticas, humedad del suelo y estado de los cormos. El estado de huevo puede durar de 5 a 12 días.
- **Larva:** **Rojas (2013)** menciona que las larvas del gorgojo negro del plátano presenta color blanco crema, no tiene patas y su cuerpo es segmentado, al nacer miden 1.5 mm de longitud y antes del empupado pueden llegar a medir hasta 1.6 cm de largo. **Alarcon & Jimenez (2012)** agregan que la larva es el estadio que genera daño alimentandose del cormo de plantas produciendo galerías afectando el rendimiento y generando incluso la caída de las plantas. **Olivares et al., (2018)** mencionan que la larva cuenta con una cápsula cefálica en forma de cúpula, con superficie lisa y color ámbar. El gorgojo negro del plátano presenta de 5 a 8 estadios larvales, la duración del estadio larval puede ser de 3 a 17 semanas, dependiendo de factores ambientales, nutricionales,

densidad poblacional, estado fenológico del plátano y la variedad cultivada. El huevo eclosiona en el rango de 25 a 30°C de temperatura ambiental, valores superiores inhiben la eclosión, las larvas luego de la eclosión se alimentan en el interior de las galerías que forman dentro del cormo.

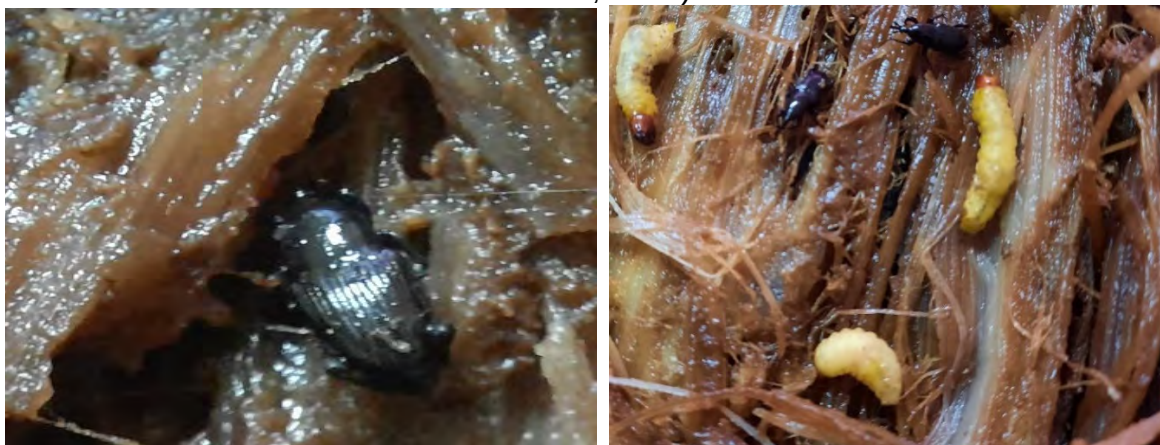
- **Pupa:** **Alarcon & Jimenez (2012)** mencionan que las larvas al llegar al último estadio se transforman en pupa dentro de las galerías construidas por la larva dentro del cormo del plátano, la pupa mide de 1.2 a 1.5 cm de longitud. La pupa tiene aspecto de escarabajo en estado de reposo, su color es blanco y su apariencia desnuda, se observa con claridad la forma típica del adulto tales como: probosis, patas, antenas y alas. El estado de pupa tiene una duración de 6 a 12 días.

Ciclo biológico

La duración del ciclo biológico depende del tiempo que dura cada fase de desarrollo, así tenemos:

- Adulto: **Rojas (2013)** indica que el estado de adulto puede durar hasta dos años.
- Huevo: **Alarcon & Jimenez (2012)** menciona que esta fase dura de 5 a 12 días.
- Larva: **Olivares et al., (2018)** indica que esta fase puede durar de 3 a 17 semanas.
- Pupa: **Alarcon & Jimenez (2012)** refiere que el estado de pupa tiene una duración de 6 a 12 días

Fotografía 1: Adulto y larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824)



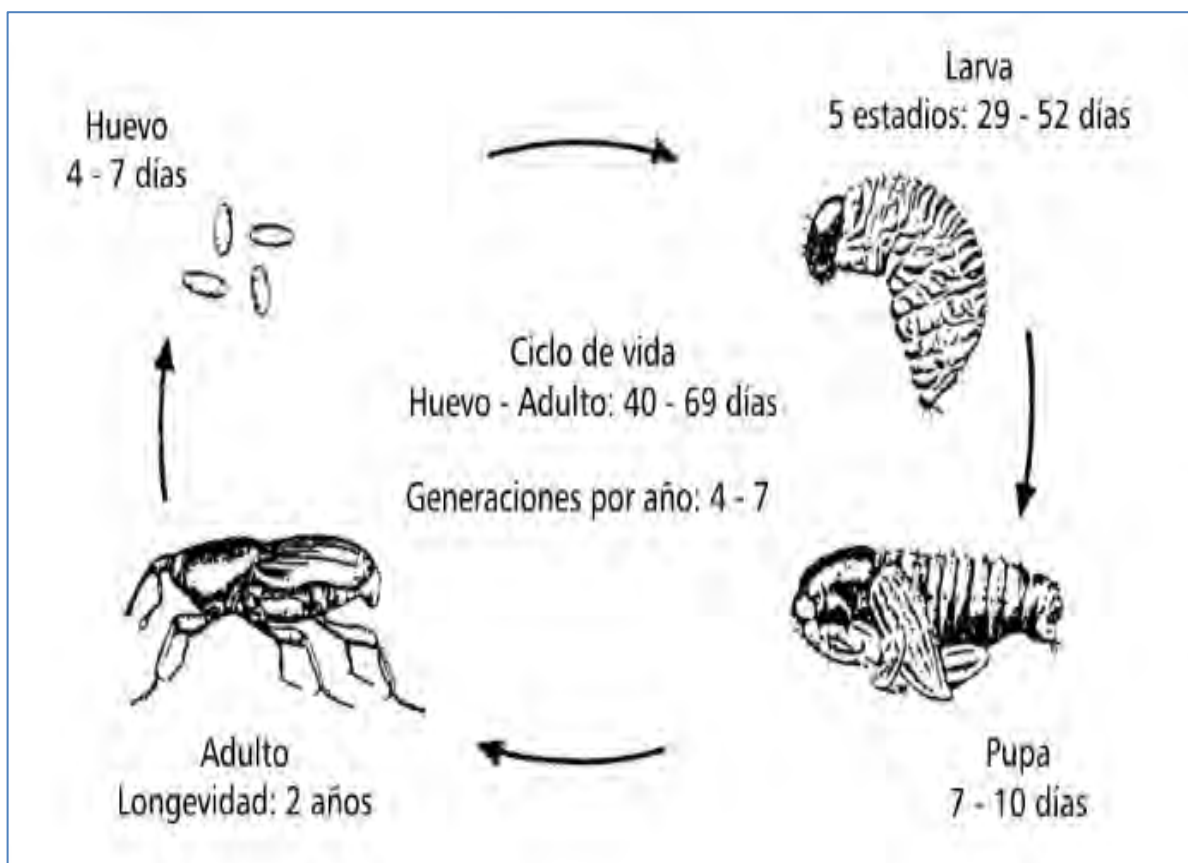
Fuente: Elaboración propia

Fotografía 2: Huevos y pupa de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824)



Fuente: Olivares *et al.*, (2018)

Ilustración 2: Ciclo de vida del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar, 1824)



Fuente: Matute (1999) y Treverrow (1983) citado por Sanidad Agrícola Econex (2022)

Hábitos

Carballo (2001) menciona que el adulto del gorgojo negro del plátano tiene hábito nocturno, sus movimientos son lentos, lucifugo, sensible a cambios de temperatura, inactivo a temperaturas inferiores a 18°C y superiores a 40°C, su actividad se favorece con la humedad ambiental. **Alarcon & Jimenez (2012)** indican que la densidad poblacional del gorgojo negro del plátano depende de varios factores: sistema de producción, nivel de tecnología, ubicación del campo y presencia de controladores biológicos, entre ellos los nemátodos entomopatógenos. La diseminación del gorgojo negro del plátano se realiza a través del corno infestado, en ocasiones el adulto puede volar en la noche, siendo el attractante el olor que desprenden los cormos cuando están recién sembrados o presentan heridas. El adulto del gorgojo negro es gregario, la mayor parte de ellos se ubican alrededor de la planta en el suelo, en residuos de cormos y pseudotallo, un pequeño porcentaje se encuentra entre las hojas muertas en el suelo. Los huevos son colocados mayormente durante la emergencia del racimo, con un promedio de 12 huevos por planta. En ausencia de lluvias los adultos se ubican a cinco centímetros por debajo de la superficie del suelo, debajo o dentro de los residuos de cosecha, en ausencia del cultivo los adultos pueden vivir hasta 12 meses sin alimentarse.

Olivares et al., (2018) indica que el desplazamiento de los adultos es lento y son atraídos con gran fuerza por sustancias volátiles emitidas por plantas hospederas. El adulto en condiciones normales puede vivir de 5 a 8 meses, existiendo reportes de adultos que sobreviven hasta los dos años. Son activos en zonas húmedas, altamente susceptible a condiciones secas, pueden morir entre uno y diez días en condiciones muy secas. Las hembras luego del apareo colocan huevos en plantas de todas las edades, normalmente sobre el cuello del corno, cerca al nivel del suelo. Antes de la ovoposición las hembras abren orificios en el cuello del corno, con su aparato bucal, de uno a dos milímetros de profundidad, al momento de la oviposición la hembra introduce los huevos en los orificios en forma individual, durante toda su vida una hembra puede oviponer un promedio de 100 huevos.

Daños

Carballo (2001) menciona que el daño principal es ocasionado por la larva por su hábito alimenticio, la larva al eclosionar dentro del rizoma comienza a consumir el tejido y realiza galerías que llegan a destruir el sistema radicular de la planta, generando tumbado o volcadura del tallo, reduciendo el rendimiento del cultivo. Las galerías generadas en el rizoma del plátano permite también el ingreso de microorganismos que provocan pudriciones y aceleran la muerte de la planta. El daño a los cormos evita que la yemas vegetativas se desarrollen y formen nuevas plantas, lo cual genera que el periodo de vida de la mata de plátano se reduzca drásticamente.

Merchan (2002) sostiene que las galerías que forman las larvas en el rizoma de la planta evita el paso del agua y nutrientes al tallo y las hojas debilitando la planta y reduciendo drásticamente su rendimiento. Las galerías dentro de los cormos son de diámetro variable y depende del tamaño de la larva, se ubican en cualquier dirección e interrumpen la conexión entre las raíces y el tallo, estas galerías facilitan también el ingreso de otras plagas del plátano como gusano tornillo (*Castniomera humboldti*), llaga estrellada (*Rosellinia pepo*) y Moko (*Ralstonia solanacearum*). La plaga ataca las plantas en cualquier estado de desarrollo, sin embargo, tiene preferencia por plantas que finalizaron la floración. Las plantas afectadas por el gorgojo negro del plátano reducen su crecimiento, las hojas se vuelven amarillas, comienzan a perder el sistema radicular, los pseudotallos pueden volcarse, no se producen brotes, mueren las plantas jóvenes, se incrementa el ciclo de producción y se reduce el rendimiento en el número, tamaño y peso de racimos. Los ataques severos de la plaga generan plantaciones viejas, debilitadas por sequías, con mala nutrición y ataque de otras plagas. Las plantaciones mal conducidas son propensas a la multiplicación del insecto, ya que, plantaciones con exceso de sombra generan ambientes húmedos y oscuros, lo cual favorece la incidencia de la plaga. Los adultos no generan daño directo a la planta, se alimentan de residuos vegetales en descomposición durante la noche, se movilizan a muy poca distancia, generalmente no vuelan y simulan estar muertas al ser molestadas.

4.2.6. Gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)

Posición taxonómica

Girón & Franz (2014) citado por **Loayza (2021)** mencionan la posición taxonómica del gorgojo de los Andes:

Phyllum: Arthropoda

División: Phytophagoides

Clase: Insecta o Hexapoda

Subclase: Pterygota

Orden: Coleoptera

Sub orden: Poliphaga

Serie: Rhynchophora

Super familia: Curculionoidea

Familia: Curculionidae

Subfamilia: Entiminae

Tribu: Premnotrypini

Género: *Premnotrypes*

Especie: *Premnotrypes latithorax* Pierce

Morfología

- **Adulto: Ibañez (2005)** menciona que el adulto del gorgojo de los Andes presenta coloración variable de amarillo oscuro a rojizo – pardo oscuro, dependiendo de la edad y las condiciones del suelo. Su longitud varia de 5 a 7 mm. el aparato bucal es largo y curvado hacia abajo y cuenta con elitros estriados y con protuberancias, la identificación precisa de la especie se realiza en base a las características de la genitalia del macho. **Carrasco (1961)** menciona que la especie *Premnotrypes latithorax* Pierce presenta hembras con abdomen desarrollado, cubierto en la parte esternal con una densa pubescencia corta de color amarillo, con distribución dispersa de pelos delgados y largos, claramente se distingue seis segmentos que forman arcos de diferente tamaño, los esternites presentan límites bien marcados. El macho es de tamaño reducido.
- **Larva: Alcalá & Alcazar (1976)** describen los cuatro estadios de las larvas, el de primer estadio es de color blanco perla con presencia de setas blanco hialinos, luego de eclosionar se introduce al suelo por el cuello de la planta o

por grietas en busca de estolones o tubérculos en formación. Las larvas del segundo estadio presentan coloración blanco lechoso, tienen cuerpo más engrosado y setas menos notorios, se mantienen de dos a tres milímetros por debajo de la epidermis del tubérculo. Las larvas del tercer estadio son más engrosadas y tienen desplazamiento rápido, las setas son poco visibles a simple vista, el primer urotegito es amarillo, en este estadio consume gran cantidad de tejido vegetal y se encuentra en la parte media del tubérculo. Las larvas del cuarto estadio son más activos y se dirigen a la epidermis del tubérculo a realizar el agujero por el cual emergen del tubérculo al suelo. **Ibañez, (2005)** menciona que las larvas modifican su longitud hasta 13 mm en el último estadio, son apodas, la cápsula cefálica y las mandíbulas son de color marrón, el cuerpo toma la forma "C".

- **Pupa: Calderón et al., (2004)** mencionan que la pupa se ubica dentro de una cámara pupal conformada por tierra a manera de una celda, esta cámara aísla a la pupa de las condiciones ambientales adversas. La pupa mide 10.0 mm de longitud y 4.0 mm de ancho, inicialmente es de color blanco lechoso, luego cambia a blanco cremoso y antes de que emerja el adulto es de color marrón. A simple vista se observan los ojos compuestos, aparato bucal y antenas, patas anteriores y medias, las patas posteriores están cubiertas por los elitros. **Alcalá & Alcazar (1976)** indican que la pupa se ubica dentro de la cámara pupal en forma vertical con la cabeza hacia la superficie del suelo. La pupa es el estado más susceptible de la especie, existe diferencia entre machos y hembras, los machos presentan abdomen angosto y delgado de menor tamaño que las hembras, las hembras tienen abdomen voluminoso, se puede observar el esbozo de la genitalia femenina, presenta cuatro ampollas alrededor del ano, los distales más pronunciados que los proximales.
- **Huevo: Ibañez (2005)** indica que los huevos del gorgojo de los Andes son de forma cilíndrica, ligeramente ovalada, su longitud varía de 1.25 a 1.7 mm, mientras que su diámetro es de 0.5 mm, inicialmente son de color blanco y luego se torna amarillo. **Alcalá & Alcazar (1976)** mencionan que la forma típica es capsular, al ser ovopositado presenta corium hialino, con la superficie brillante y liso, luego de 24 horas de la ovoposición se vuelven de color crema

acentuándose hasta amarillo antes de la eclosión, se producen también huevos atípicos de forma arriñonada o piriforme de color blanco y superficie opaca.

Hábitos

Ibañez (2005) menciona que la ovoposición ocurre en la noche, acomodándose los huevos en grupos o hileras, normalmente al interior de tallos secos de poáceas como cebada, avena, trigo, malezas como kikuyo y otros restos vegetales, la ovoposición ocurre normalmente entre diciembre a marzo.

Calderón et al., (2004) agrega que los adultos son lucífugos, durante la noche son muy activos, mientras que, durante el día se ocultan en lugares oscuros y húmedos, se ubican debajo de terrones y piedras, en el cuello de las plantas bien desarrolladas, en grietas del suelo y junto a las plantas. En la noche suben a la planta y se alimentan de las hojas realizando pequeños agujeros, al ser molestados se inmovilizan y fingen estar muertos, encogen las patas y permanecen inmóviles.

Ibañez (2005) menciona que el adulto invernante del gorgojo de los Andes se ubica bajo la superficie del suelo, completa su proceso de melanización y maduración antes de emerger. La emergencia de adultos invernantes ocurre principalmente por la presencia de las primeras lluvias y la emergencia del cultivo de papa, los cuales se comportan como estímulos para la emergencia de adultos.

Calderón et al., (2004) mencionan que los adultos a pesar de completar su desarrollo, esperan dentro de la cámara pupal hasta que las condiciones ambientales sean favorables o exista presencia de alimento. Luego de siete días de la emergencia de adultos invernantes ocurre la cópula entre machos y hembras, esta cópula puede durar hasta dos horas y ocurre normalmente en la mañana hasta el medio día o en las noches, un adulto puede copular hasta cuatro o más veces durante su vida adulta. La oviposición ocurre a partir del cuarto día después de la cópula en la noche. La hembra busca rastros de poáceas y coloca los huevos cerca o al interior del cuello de la planta, en ocasiones debajo de terrones pequeños o piedras, en grupos en hileras o montones, normalmente se ovipone 16 huevos por montón, el periodo de ovoposición es de 156 días en forma aproximada.

Ibañez (2005) menciona que las larvas eclosionan después de un mes de las posturas e infestan los tubérculos en formación, los orificios de entrada son pequeñas a manera de puntuaciones oscuras en los tubérculos, en el caso de tubérculos de color claro se observan como manchas subepidérmicas oscuras e irregulares. La densidad poblacional de las larvas es muy alta cuando comienza el proceso de tuberización y se reduce linealmente hasta la cosecha. Las larvas permanecen en el interior del tubérculo durante una mes y medio en forma aproximada, luego de este tiempo la larva del último instar abandona el tubérculo realizando perforaciones grandes con bordes irregulares, pasan al suelo y forman la cámara pupal bajo la superficie con tierra y comienza el proceso de empupado.

Ciclo biológico

En la siguiente tabla se muestra el ciclo biológico del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)

Tabla 1: Ciclo biológico del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)

Estado	Días	
	Promedio	Rango
Huevo (Incubación)	47.75	
Total, vida larva	33.24	
Pre-pupa	26.0	
Pupa	28.5	
Adulto invernante	39.2	
Total, desarrollo de huevo a adulto	145.48	104.05 - 189.75
Pre-oviposición	43.6	
Ciclo biológico de adulto-huevo-adulto	349.08	

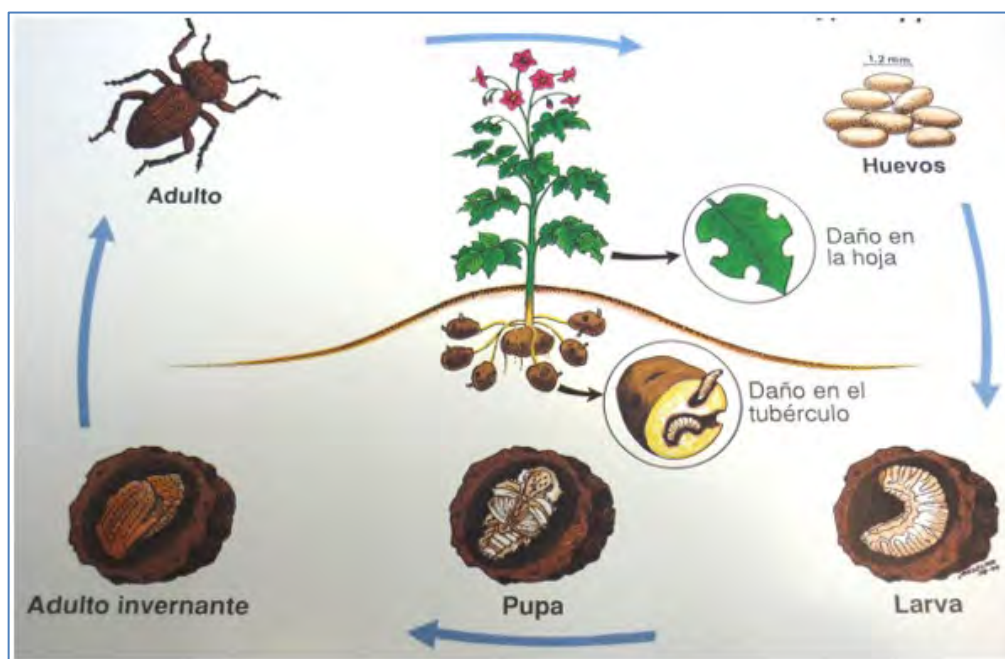
Fuente: Tisoc (1989)

Fotografía 3: Adultos y larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3: Ciclo de vida del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)



Fuente: Egúsquiza (2012)

4.3. Definición de términos básicos

4.3.1. Insecto trampa

Polack et al., (2020) definen insecto trampa a especies de hospederos de nemátodos entomopatógenos que son altamente susceptibles al daño por estos organismos, actualmente el más utilizado como insecto trampa es la polilla de la cera *Galleria mellonella* L. por su alta capacidad de infectarse con los estados juveniles, la susceptibilidad es tan alta que solo 15 días después de la infección puede emerger mas de medio millón de nematodos juveniles infectivos por larva.

4.3.2. Aislado de nemátodos entomopatógenos

Uribe et al. (2020) definen aislado como el conjunto de nemátodos entomopatógenos en suspensión con agua destilada estéril que fueron recuperados de muestras de suelo por diversos métodos, entre ellos el uso de insectos trampa como *Galleria mellonella* L., para obtener estos aislados se obtienen muestras de suelo de la capa arable, en laboratorio se colocan sobre ellas larvas del quinto instar de *Galleria mellonella* L. una vez que las larvas mueren por acción de los juveniles infectivos de los nemátodos entomopatógenos son instalados en trampas White, lugar en el cual son recuperados los juveniles infectivos en agua destilada estéril, este aislamiento puede ser conservado por más de seis meses.

4.3.3. Trampa White modificada

Maximiliano (2014) menciona que la Trampa White modificada consiste en colocar dentro de una placa Petri una lámina de vidrio, donde se colocan los cadáveres de larvas infectadas de nematodos entomopatógenos y luego se añade agua destilada estéril hasta la altura de la lámina de vidrio. Los cadáveres permanecen en la trampa hasta que los juveniles infecciosos, una vez que abandonen el cadáver (emerjan), se desplacen hacia el agua.

4.3.4. Nemátodos entomopatógenos

Uribe et al., (2020) define nemátodo entomopatógeno como organismos microscópicos con cuerpo redondo, alargado y cuyo alimento preferencial son insectos, razón por la cual pueden ser utilizados en programas de control biológico de plagas en la agricultura.

V. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Aspectos generales de la investigación

5.1.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, debido a que busca generar una alternativa de control biológico utilizando recursos locales. El diseño de la investigación es de nivel descriptivo-experimental, ya que primero se identificaron los aislados nativos de nematodos entomopatógenos de las muestras colectadas (fase descriptiva) y posteriormente se evaluó el potencial biocontrolador y se cuantificó la eficacia de mortalidad en larvas del gorgojo negro del plátano y gorgojo de los Andes al ser infectadas en laboratorio con juveniles infectivos del nematodo entomopatógeno *Steinernema sp.* bajo condiciones controladas (fase experimental), bajo un enfoque estrictamente cuantitativo.

5.1.2. Ubicación espacial

Ubicación geográfica

Longitud:	71°52'03" Oeste
Latitud:	13°33'24" sur
Altitud:	3219 m

Ubicación hidrográfica

Cuenca :	Vilcanota -Urubamba
Sub cuenca:	Huatanay
Microcuenca:	Huanacaure

Ubicación política

Región:	Cusco
Provincia:	Cusco
Distrito:	San Jerónimo
Lugar:	Centro Agronómico K'ayra

5.1.3. Ubicación temporal

La etapa experimental se realizó del 09 de julio del 2023 al 20 de julio del 2024.

5.2. Materiales y métodos

5.2.1. Materiales

5.2.1.1. Material biológico

Se utilizó los siguientes materiales biológicos:

- Seis aislados de nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema sp*, que fueron obtenidos de muestras de suelo, recolectadas en trece localidades ubicados en seis distritos de la provincia de La Convención, Cusco. Las muestras de suelo fueron trasladadas al laboratorio de Fitopatología de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Agronomía y Zootecnia, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, lugar en el cual los nemátodos entomopatógenos fueron aislados e infectados en larvas de gorgojo negro del plátano y gorgojo de los Andes. La obtención de las muestras de suelo fue realizada por la tesista, igualmente el aislamiento y la infección en laboratorio.
- Larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar): fueron recolectadas de plantaciones comerciales de plátano en el distrito de Maranura y Huayopata de la provincia de La Convención, Cusco.
- Larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) fueron recolectadas durante la cosecha de papa en el Centro Agronómico K'ayra, en el distrito de San Jerónimo, Cusco.
- Larvas de *Galleria mellonella* L. fueron recolectadas de apiarios ubicados en el distrito de Maranura, provincia La Convención, se utilizaron como “insecto trampa” para recuperar y aislar nemátodos entomopatógenos.

5.2.1.2. Materiales de laboratorio

- Placas Petri y lámina portaobjetos.
- Agua destilada
- Pipeta de vidrio, plástico negro, pinza y bisturí.
- Papel filtro N° 02 y papel toalla.
- Jabón líquido, detergente, algodón y alcohol.
- Franela, tela tul y tamiz.
- Cinta masking tape, lapicero, marcador y libreta de campo.
- Tapers de 1 kg y bolsas para muestras de suelo.

- Barbijos, guantes quirúrgicos, bata, gorros desechables.
- Fichas y registros de mortalidad
- Hoja de observación
- Cuaderno de laboratorio

5.2.1.3. Equipos

- Cámara fotográfica
- GPS Garmin
- Equipo de cómputo e impresora
- Balanza de precisión
- Estereoscopio

5.2.1.4. Herramientas

- Kituchi
- pala
- pico
- Tamiz
- Cinta métrica

5.2.2. Metodología

5.2.2.1. Obtención de aislados del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.*

a) Obtención de muestras de suelo con nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.*

Las muestras de suelo fueron obtenidas según la metodología mencionada por **Coyne et al., (2007)** el cual se describe a continuación:

- **Identificación de parcelas de muestreo:** Fueron identificados en total 13 parcelas de muestreo ubicadas indistintamente, entre cultivadas con cultivo anual o perenne y no cultivadas, tal como se muestra en la tabla 3, cuatro parcelas fueron identificados en el distrito de Maranura, cuatro en el distrito de Echarati, dos en el distrito de Vilcabamba, uno en el distrito de Quellouno, uno en el distrito de Huayopata y uno en el distrito de Ocobamba todas pertenecientes a la provincia de La Convención, región Cusco. Las parcelas elegidas para el muestreo estaban instaladas dos con coca, dos con cacao,

dos con café, uno con papa, uno con maíz amarillo duro, uno con pastos, uno con eucalipto, uno con coca y café, dos no tenían ningún cultivo. Las coordenadas de las parcelas de muestreo se obtuvieron con GPS navegador de la marca Garmin modelo Map 62s.

- **Obtención de submuestras:** en cada parcela identificada se realizó un muestreo aleatorio de los puntos de extracción, en cada punto elegido se excavó con la ayuda de una herramienta manual un hoyo de 20 cm de profundidad, luego se cortó una lámina de suelo de 1 kilogramo de peso y almacenó en bolsas de plástico, esta labor fue realizada en cinco puntos por parcela.
- **Obtención de la muestra compuesta:** el suelo extraído de los cinco puntos de muestreo fue tamizado con ayuda de una zaranda manual, para eliminar las piedras, raíces y demás materiales ajenos al suelo, sobre un recipiente plano, el suelo resultante del tamizado fue dividido en cuatro partes, fue eliminado las tres cuartas partes y se dejó una cuarta parte, este procedimiento fue repetido hasta obtener una muestra compuesta de un kilogramo de peso.
- **Empaquetado y etiquetado de muestras:** la muestra compuesta fue empaquetada en bolsas de polietileno, se colocó una etiqueta de identificación, anotando el cultivo existente en la parcela, las coordenadas de ubicación determinada con GPS, nombre del agricultor y la fecha de muestreo. Las muestras fueron transportadas cubiertas con plástico negro al laboratorio de Fitopatología de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Agronomía y Zootecnia.
- **Fechas de muestreo:** las fechas de muestreo de suelo se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 2: Fechas de muestreo de suelo

Fecha de muestreo	Distrito	Cantidad de muestras
09/07/2023	Maranura	2.00
10/07/2023	Huayopata	1.00
24/07/2023	Maranura	1.00
25/07/2023	Echarati y Quellouno	2.00
18/08/2023	Echarati	1.00
24/08/2023	Echarati	1.00
25/08/2023	Maranura	1.00
26/08/2023	Echarati	1.00
27/08/2023	Vilcabamba	2.00
28/08/2023	Ocobamba	1.00
Total		13.00

Tabla 3: Ubicación de los puntos de muestreo de suelo

N°	Sector	Distrito	Cultivo	Agricultor	Coordenadas (UTM WGS-84)		
					Norte	Este	Altitud
1	Chinche (Chaquimayo)	Maranura	Coca	Mario Cusi Pacheco	8551496	723611	2873
2	Huallpamayta	Maranura	Coca -café	Leonardo López Madera	8551481	723605	2921
3	Mandor Alto	Huayopata	Coca	Martín Rosas	8564311	754352	1171
4	Puente Echarati	Echarati	Cacao	Francisca Huilca	8564798	753891	1136
5	Suyllucuyoc	Quellouno	Cacao	Marcela Solís	8567336	757376	1667
6	Chinche Playa	Maranura	Café	Fernando Leiva Meza	8570302	754617	1380
7	Centro Poblado Kiteni	Echarati	Ninguno	I.E. Miguel Grau	8600677	711888	1024
8	Chaupimayo	Echarati	Pastos	Belén Chipana Paucar	8587585	762117	1039
9	Centro Poblado Pucyura	Vilcabamba	Eucalipto	Víctor Monzón Castillo	8590563	772219	1632
10	Delicias	Echarati	Ninguno	Teófilo Huamani Huallpa	8561278	764837	1681
11	Markhuyoc	Vilcabamba	Papa	Víctor Monzón Castillo	8576272	775709	2213
12	Collpani Alto	Maranura	Maíz amarillo duro	Tomás Bolívar Andrade	8581883	763356	2157
13	Marampampa	Ocobamba	Café	Ernesto Montalvo	8602081	765245	843

b) Recolección de larvas de *Galleria mellonella* L.

La recolección de larvas del “insecto trampa” tuvo las siguientes características:

- **Lugar de recolección:** las larvas de *Galleria mellonella* L. fueron recolectadas en un apiario ubicado en el distrito de Maranura, provincia de La Convención. La ubicación se muestra en la tabla 4.
- **Recolección de larvas:** las larvas fueron recolectadas de las colmenas afectadas por esta plaga, los cuales fueron identificadas por las perforaciones realizadas por las larvas para buscar la cera y el polen.
- **Traslado de larvas:** las larvas recolectadas de los panales afectados fueron acomodados en envases rectangulares de plástico con su dieta respectiva preparada a base de salvado de trigo, cera de abeja y miel de abeja, la cual ayudó a su crecimiento, desarrollo y posterior reproducción en masa para poder realizar el experimento, estos envases fueron trasladados a la ciudad del Cusco, al Laboratorio de Fitopatología de la Escuela Profesional de Agronomía.

- **Fechas de recolección:** La primera recolección y traslado de larvas de *Galleria mellonella* L. fue realizado el 17 de julio del 2023, la segunda el 01 de agosto del 2023 y la tercera el 28 de agosto del 2023.

Tabla 4: Ubicación de puntos de recolección de larvas de *Galleria mellonella* L.

N°	Sector	Distrito	Coordenadas (UTM WGS-84) – Zona 18 L		
			Norte	Este	Altitud
1	Chinche	Maranura	8564287	754320	1,189

c) Aislamiento del nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp. de las muestras de suelo

El aislamiento de nematodos entomopatógenos se realizó según recomendaciones de **Uribe et al., (2020)**. La secuencia de labores realizadas para el aislamiento de nemátodos entomopatógenos fue el siguiente:

- **Envasado de muestras de suelo:** las muestras de suelo obtenidas en campo fueron envasados en tapers de plástico transparente de un kilogramo de capacidad, enrasándose hasta el borde.
- **Humedecido de la muestra de suelo:** concluido el envasado, las muestras de suelo fueron humedecidas hasta capacidad de campo.
- **Distribución de larvas de *Galleria mellonella* L:** las larvas recolectadas en campo fueron colocadas sobre la superficie del suelo contenido en el taper de plástico, en cada muestra se colocaron 12 larvas del último instar, distribuyéndose en forma aleatoria.
- **Tapado de larvas:** concluida la distribución de las larvas en cada una de las muestras de suelo, estas fueron cubiertas con una capa fina del mismo suelo y se volteó el taper, con la finalidad de que las larvas recorran la mayor parte del volumen de los envases, cabe recalcar que estas muestras fueron almacenadas en un ambiente oscuro, permanecieron así durante 9 días a temperatura ambiente.
- **Evaluaciones:** a partir del noveno día y hasta el día quince se revisó las larvas observándose los síntomas de infección. Los síntomas de infección del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema* sp.) fue reconocido por su coloración, ya que, las larvas infectadas con este género de nemátodo se tornan amarillo beige, debido a la multiplicación de la bacteria simbionte del

género *Xenorhabdus*, mientras que las larvas muertas adquieren coloración marrón claro, las larvas que no tenían esas características fueron desechadas porque algunas larvas presentaron mortalidad a causa de hongos o bacterias.

— **Colección de larvas muertas:** las larvas que presentaron mortalidad por efecto del nemátodo entomopatógeno fueron colectadas en forma gradual y posteriormente pasaron al siguiente procedimiento, el aislamiento de los nemátodos entomopatógenos.

— **Fechas de instalación:** Se realizaron en 3 etapas:

- o Las muestras procedentes de los sectores de Chinche (Maranura), Huallpamayta (Maranura) y Mandor Alto (Huayopata) fueron instalados el 18 de julio del 2023 y la última evaluación se realizó el 02 de agosto del 2023, quince días después de la instalación de las 12 larvas de *Galleria mellonella* L.
- o Las muestras procedentes de los sectores de Puente Echarati (Echarati), Suyllucuyoc (Quellouno) y Chinche Playa (Maranura) fueron instalados el 02 de agosto del 2023 y finalizó el 17 de agosto del 2023, 15 días después de la instalación.
- o Las muestras procedentes de los sectores de Delicias (Echarati), Markhuyoq (Vilcabamba), Collpani Alto (Maranura), Chaupimayo (Echarati), Centro Poblado Pucyura (Vilcabamba), Centro Poblado Kiteni (Echarati) y Marampampa (Ocobamba) fueron instalados el 29 de agosto del 2023 y la última evaluación fue realizada el 12 de setiembre del 2023, quince días después de la instalación de las larvas de *Galleria mellonella* L.

— **Resultados:** en la tabla 5, se observa que la cantidad máxima de larvas de *Galleria mellonella* L. muertas fue 11, correspondiente a la muestra procedente de Huallpamayta (Maranura), mientras que la muestra que presentó el menor número de larvas muertas fue Chinche Playa (Maranura) con 7 larvas.

Tabla 5: Resultados de la recuperación del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* de las muestras de suelo

Muestra	Sector	N° larvas instaladas	Fecha de inicio	Cantidad parcial de larvas muertas							Fecha de término	Total, de larvas muertas
				Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15		
M-1	Chinche (Chaquimayo)	12	18/07/2023	2	3	2	1	1	0	0	02/08/2023	9
M-2	Huallpamayta	12		0	1	3	3	4	0	0		11
M-3	Mandor Alto	12		2	5	0	1	0	2	0		10
M-4	Puente Echarati	12	02/08/2023	1	2	1	0	1	0	2	17/08/2023	7
M-5	Suyllucuyoc	12		1	1	0	5	0	2	0		9
M-6	Chinche (playa)	12		0	1	5	0	1	0	0		7
M-7	Delicias	12	29/08/2023	1	0	7	0	0	1	0	12/09/2023	9
M-8	Markhuyoq	12		1	0	1	8	0	0	0		10
M-9	Collpani Alto	12		1	0	1	5	0	2	0		9
M-10	Chaupimayo	12		2	0	0	5	0	0	1		8
M-11	Centro Poblado Pucyura	12		3	0	0	0	1	3	3		10
M-12	Centro Poblado Kiteni	12		1	1	0	3	2	0	1		8
M-13	Marampampa	12		2	0	0	7	0	0	0		9

d) Captura del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* en trampas White modificada

El procedimiento utilizado para la captura de nemátodos entomopatógenos de las larvas de *Galleria mellonella* L. que presentaron mortalidad y que fueron recuperados en el procedimiento anterior, fue realizado según recomendaciones de **Uribe et al., (2020)**:

- **Desinfección de larvas muertas:** las larvas de *Galleria mellonella* L. recuperadas en el procedimiento anterior fueron desinfectadas con agua destilada estéril, luego fueron oreadas sobre papel toalla.
- **Colocación de larvas muertas en trampas White modificada:** las larvas desinfectadas fueron colocadas en la trampa White modificada con la ayuda de una pinza. La trampa White modificada consistió en una placa Petri de 100 x15 mm en la cual se colocó una lámina de vidrio de 25.4 x 76.2 mm. Las larvas fueron colocadas sobre la lámina de vidrio.
- **Adición de agua destilada estéril:** Una vez colocada las larvas sobre la lámina de vidrio se agregó agua destilada estéril hasta la altura de la lámina de vidrio.
- **Migración de nemátodos:** después de 15 días los nemátodos entomopatógenos abandonaron la larva muerta e ingresaron al agua distribuyéndose en ella.
- **Observación al estereoscopio:** en forma diaria, durante los 15 días las placas fueron observadas para verificar la presencia de nemátodos en el agua destilada estéril.
- **Fechas de instalación de trampas:** las primeras trampas White fueron instaladas el 27 de julio y las últimas el 12 de setiembre del 2023, debido a que la muerte de las larvas de *Galleria mellonella* L fue en forma gradual, tal como se aprecia en la tabla, el último aislamiento fue obtenido el 27 de setiembre del 2023.
- **Resultados:** En la tabla 6, se observa que solamente en seis muestras de suelo fueron verificadas la presencia de nemátodos entomopatógenos en estereoscopio, mientras que, en los siete restantes no se verificó la presencia de nemátodos entomopatógenos. Las muestras elegidas fueron: M-1 procedente del sector de Chinche (Chaquimayo) distrito de Maranura, la

muestra M-2 procedente del sector de Huallpamayta distrito de Maranura, M-3 procedente del sector de Mandor Alto distrito de Huayopata, muestra M-8 procedente del sector de Markhuyoq del distrito de Echarati, muestra M-11 procedente del Centro Poblado Pucyura distrito de Vilcabamba y la muestra M-13 procedente del sector de Marampampa del distrito de Ocobamba.

Tabla 6: Resultados del aislamiento del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.*

Muestra	Sector	Distrito	Resultado de la trampa White	Estado
M-1	Chinche (Chaquimayo)	Maranura	Se verificó nemátodos entomopatógenos	Elegido
M-2	Huallpamayta	Maranura	Se verificó nemátodos entomopatógenos	Elegido
M-3	Mandor Alto	Huayopata	Se verificó nemátodos entomopatógenos	Elegido
M-4	Puente Echarati	Echarati	No se verificó nemátodos entomopatógenos	Descartado
M-5	Suyllucuyoc	Quellouno	No se verificó nemátodos entomopatógenos	Descartado
M-6	Chinche (playa)	Maranura	No se verificó nemátodos entomopatógenos	Descartado
M-7	Delicias	Echarati	No se verificó nemátodos entomopatógenos	Descartado
M-8	Markhuyoq	Vilcabamba	Se verificó nemátodos entomopatógenos	Elegido
M-9	Collpani Alto	Maranura	No se verificó nemátodos entomopatógenos	Descartado
M-10	Chaupimayo	Echarati	No se verificó nemátodos entomopatógenos	Descartado
M-11	Centro Poblado Pucyura	Vilcabamba	Se verificó nemátodos entomopatógenos	Elegido
M-12	Centro Poblado Kiteni	Echarati	No se verificó nemátodos entomopatógenos	Descartado
M-13	Marampampa	Ocobamba	Se verificó nemátodos entomopatógenos	Elegido

Tabla 7: Aislados del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* utilizados en la presente investigación

Clave	Sector	Distrito
Aislado 1	Mandor Alto	Huayopata
Aislado 2	Chinche (Chaquimayo)	Maranura
Aislado 3	Huallpamayta	Maranura
Aislado 4	Marampampa	Ocobamba
Aislado 5	Centro Poblado Pucyura	Vilcabamba
Aislado 6	Markhuyoq	Vilcabamba

En la tabla 7, se observa el listado de los aislados obtenidos de la captura de nemátodos entomopatógenos en trampas White modificada, con los que se realizó la multiplicación, pruebas de patogenicidad y la infección en larvas de gorgojo negro del plátano y gorgojo de los Andes. Esta tabla fue elaborada con los resultados de la tabla 6.

e) Multiplicación del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.*

La multiplicación de nemátodos entomopatógenos fue realizado según recomendaciones de **Uribe et al., (2020)**. Los nemátodos entomopatógenos aislados en el procedimiento anterior fueron multiplicados hasta tener la cantidad adecuada para instalar el experimento principal, el cual fue determinar la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) y larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce), el procedimiento fue el siguiente:

- **Recolección y traslado de larvas de *Galleria mellonella* L.:** en los apiarios del distrito de Maranura fueron recolectados larvas de *Galleria mellonella* L. en los primeros estadios de desarrollo, estas larvas fueron llevadas al laboratorio de fitopatología de la Escuela Profesional de Agronomía.
- **Crianza de larvas de *Galleria mellonella* L.:** la crianza de las larvas fue realizada en envases rectangulares descartables, en estos envases fue acomodado el alimento de las larvas a base de salvado de trigo, cera y miel de abeja, sobre el alimento se introdujeron las larvas trasladadas de los apiarios, donde continuaron su desarrollo.
- **Extracción de larvas de *Galleria mellonella* L.:** las larvas del último instar fueron retirados de los envases de alimentación y llevadas a las placas Petri para su infección.
- **Infección de larvas de *Galleria mellonella* L.:** en una placa Petri dispuesto con un papel filtro N° 02, se adicionó dos mililitros de agua destilada, los cuales contenían 200 nematodos entomopatógenos (juveniles infectivos) que fueron contabilizados directamente con la ayuda del estereoscopio, junto al papel filtro fueron acomodados 10 larvas de *Galleria mellonella* L. en su último instar, con la finalidad de que sean infectados por los nemátodos entomopatógenos.

- **Desinfección de larvas muertas:** las larvas de *Galleria mellonella* L. muertas como consecuencia de la infección con juveniles infectivos de nemátodos entomopatógenos, fueron desinfectados con agua destilada estéril, luego fueron oreados sobre papel toalla.
- **Colocación de larvas muertas en trampas White modificada:** las larvas desinfectadas fueron colocadas en la trampa White modificada con la ayuda de una pinza. Las larvas fueron colocadas sobre la lámina de vidrio.
- **Adición de agua destilada estéril:** Una vez colocada las larvas sobre la lámina de vidrio se agregó agua destilada estéril hasta la altura de la lámina de vidrio.
- **Migración de nemátodos entomopatógenos:** después de 15 días los nemátodos entomopatógenos abandonaron la larva muerta e ingresaron al agua distribuyéndose en ella.
- **Almacenamiento de nemátodos entomopatógenos:** los nemátodos entomopatógenos aislados fueron almacenados en frascos de 50 ml de capacidad, en condiciones ambientales normales.
- **Fechas:** la multiplicación de nemátodos entomopatógenos fue realizado desde el 10 de setiembre hasta 20 de diciembre del 2023, con la finalidad de seguir contando con un número considerable para realizar las infecciones y que estos sigan teniendo la misma capacidad infectiva.

f) Prueba de patogenicidad del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.*

La prueba de patogenicidad tuvo la finalidad de evaluar la capacidad de los aislados de nemátodos entomopatógenos de generar mortalidad de larvas de *Galleria mellonella* L. Estas pruebas fueron realizadas antes de instalar el experimento principal. El conteo y las pruebas de patogenicidad fueron realizados según recomendaciones de **Uribe et al., (2020)** y **Coyne et al., (2007)**. El procedimiento fue el siguiente:

- **Conteo de nemátodos entomopatógenos:** los nematodos entomopatógenos fueron extraídos con una pipeta de los aislados, se colocó en gotas sobre una placa Petri y se procedió a contar cada gota bajo el estereoscopio, se contó en total 200 nemátodos por cada aislado.

- **Infección de larvas de *Galleria mellonella* L.:** en una placa Petri dispuesto con un papel filtro, se adicionó 2 ml. de agua destilada con 200 nemátodos entomopatógenos, junto al papel filtro fueron acomodados 10 larvas de *Galleria mellonella* L. en su último instar, con la finalidad de que sean infectados por los nemátodos entomopatógenos. Se instaló en total tres repeticiones por cada aislado.
- **Inspección y retiro de larvas muertas:** las larvas infectadas fueron inspeccionadas cada 24 horas y fueron retiradas las larvas muertas. Se realizó ocho inspecciones, a las 192 horas después de la instalación de la prueba se dio por concluido.
- **Desinfección de larvas muertas:** las larvas de *Galleria mellonella* L. muertas como consecuencia de la infección con juveniles infectivos de nemátodos entomopatógenos, fueron desinfectados con agua destilada estéril, luego fueron oreados sobre papel toalla.
- **Colocación de larvas muertas en trampas White modificada:** las larvas desinfectadas fueron colocadas en la trampa White modificada con la ayuda de una pinza. Las larvas fueron colocadas sobre la lámina de vidrio. El objetivo fue verificar cuantas larvas murieron por acción de los nemátodos entomopatógenos.
- **Adición de agua destilada estéril:** Una vez colocada las larvas sobre la lámina de vidrio se agregó agua destilada estéril hasta la altura de la lámina de vidrio.
- **Migración de nemátodos entomopatógenos:** después de 15 días los nemátodos entomopatógenos abandonaron la larva muerte e ingresaron al agua distribuyéndose en ella.
- **Verificación de presencia de nemátodos entomopatógenos en aislados:** Con la finalidad de determinar si las larvas de *Galleria mellonella* L. murieron por efecto de los nemátodos entomopatógenos, se observó al estereoscopio la presencia de nemátodos entomopatógenos.
- **Resultados:** En la tabla 9, se presenta los resultados de la prueba de patogenicidad de larvas de *Galleria mellonella* L., en ella se observa que luego de 8 días de infección todas las larvas murieron, se observa también que a las 24 horas de la infección murieron el 3.9% de las larvas, mientras, que a las 120

horas murieron el 20% de las larvas, siendo el día de mayor mortalidad de larvas. En la tabla 10, se presenta los resultados de la verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en las larvas de *Galleria mellonella* L, en ella se observa que el porcentaje de mortalidad promedio de larvas fue de 86.5%, siendo el valor más alto 100% para los aislados procedentes de Chinche (Chaquimayo) y Huallpamayta y el valor más bajo correspondiente a Centro Poblado Pucyura y Mandor Alto en su primera repetición.

- **Fechas:** Esta prueba fue instalada el 28 de diciembre del 2023 y concluyó el 20 de enero del 2024. Esta fecha incluye los ocho días de inspección y conteo de larvas muertas y los 15 días posteriores necesarios para recuperar los nemátodos entomopatógenos y su verificación con estereoscopio.

Tabla 8: Inspección y conteo de larvas muertas de *Galleria mellonella* L.- Prueba de patogenicidad con el nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp.

Aislado	Sector	Repetición	Cantidad de larvas muertas									Total, larvas muertas
			Total, larvas vivas	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas	120 horas	144 horas	168 horas	192 horas	
Aislado 1	Mandor Alto	01	10	1	0	2	1	2	2	1	1	10
Aislado 2	Chinche (Chaquimayo)		10	1	0	1	1	3	2	1	1	10
Aislado 3	Huallpamayta		10	0	0	2	3	1	2	1	1	10
Aislado 4	Marampampa		10	0	0	3	1	2	1	2	1	10
Aislado 5	Markhuyoq		10	0	0	2	2	2	2	1	1	10
Aislado 6	Centro Poblado Pucyura		10	0	1	2	2	3	0	1	1	10
Aislado 1	Mandor Alto	02	10	1	1	2	1	2	1	1	1	10
Aislado 2	Chinche (Chaquimayo)		10	0	1	2	1	2	1	2	1	10
Aislado 3	Huallpamayta		10	1	1	1	2	1	2	1	1	10
Aislado 4	Marampampa		10	0	2	1	2	1	1	2	1	10
Aislado 5	Markhuyoq		10	0	1	1	3	2	1	1	1	10
Aislado 6	Centro Poblado Pucyura		10	1	0	2	3	1	2	1	0	10
Aislado 1	Mandor Alto	03	10	1	0	2	2	1	1	2	1	10
Aislado 2	Chinche (Chaquimayo)		10	1	0	2	1	3	0	2	1	10
Aislado 3	Huallpamayta		10	0	0	2	3	2	1	1	1	10
Aislado 4	Marampampa		10	0	1	2	1	3	1	1	1	10
Aislado 5	Markhuyoq		10	0	0	2	1	3	2	1	1	10
Aislado 6	Centro Poblado Pucyura		10	0	1	3	1	2	1	1	1	10
Total			180	7	9	34	31	36	23	23	17	180
%				3.9%	5.0%	18.9%	17.2%	20.0%	12.8%	12.8%	9.4%	100.0%

Tabla 9: Verificación de la presencia del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* en larvas muertas de *Galleria mellonella* L. y porcentaje de mortalidad en la prueba de patogenicidad

Aislado	Sector	Repetición	Presencia de nemátodos entomopatógenos										Total (o =Si)	% Mortalidad
Aislado 1	Mandor Alto	01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.00	100.0%
Aislado 2	Chinche (Chaquimayo)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.00	100.0%
Aislado 3	Huallpamayta		0	0	0	0	x	0	0	0	0	x	8.00	80.0%
Aislado 4	Marampampa		0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 5	Markhuyoq		0	0	0	x	0	0	0	0	0	x	8.00	80.0%
Aislado 6	Centro Poblado Pucyura		x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 1	Mandor Alto	02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10.00	100.0%
Aislado 2	Chinche (Chaquimayo)		0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 3	Huallpamayta		0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 4	Marampampa		0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 5	Markhuyoq		0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 6	Centro Poblado Pucyura		0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 1	Mandor Alto	03	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 2	Chinche (Chaquimayo)		0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 3	Huallpamayta		0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	9.00	90.0%
Aislado 4	Marampampa		0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	9.00	90.0%
Aislado 5	Markhuyoq		0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	9.00	90.0%
Aislado 6	Centro Poblado Pucyura		x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9.00	90.0%
Presencia de nemátodos entomopatógenos:			o	No se observa nemátodos entomopatógenos:								x	Promedio	90.6%

5.2.2.2. Diseño experimental

El experimento fue instalado según el diseño Completo al Azar con tres tratamientos y tres repeticiones. El total de unidades experimentales fue de 9. Los tratamientos fueron distribuidos en forma aleatoria. Los resultados fueron procesados en el programa Excel y se realizó el análisis de varianza. Se utilizó el mismo diseño experimental para los seis aislados.

5.2.2.3. Tratamientos

Tabla 10: Tratamientos

Clave	Tratamiento
T-1	200 juveniles Infecciosos/2.0 ml. de suspensión.
T-2	400 juveniles Infecciosos/4.0 ml. de suspensión.
T-3	600 juveniles Infecciosos/6.0 ml. de suspensión.

5.2.2.4. Instalación y conducción del experimento para gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)

a) Recolección y traslado de larvas de gorgojo negro del plátano

Las larvas del gorgojo negro del plátano fueron recolectadas de plantaciones comerciales, severamente afectadas por esta plaga, ubicados en el distrito de Maranura y Huayopata, la ubicación de los puntos de recolección se muestra en la tabla 11. La recolección se realizó con el rizoma para asegurar su alimentación durante el traslado, así como evitar muerte de larvas por el traslado a la ciudad del Cusco al laboratorio de Fitopatología de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Agronomía y Zootecnia. La identificación de las larvas se realizó según la descripción mencionada por **Rojas (2013)** quien menciona que las larvas de *Cosmopolites sordidus* Germar son de color blanco crema, ápodas y de cuerpo segmentado, recién nacidos miden 1.5 mm de longitud y pueden alcanzar 1.6 cm cuando están bien desarrolladas y por **Olivares et al., (2018)** quien señala que la larva presenta cápsula cefálica en forma de cúpula de superficie lisa y color ámbar.

Las fechas de recolección de larvas de gorgojo negro del plátano fueron las siguientes:

- Primera recolección y traslado: 01 de marzo del 2024
- Segunda recolección y traslado: 07 de marzo del 2024
- Tercera recolección y traslado: 19 de marzo del 2024
- Cuarta recolección y traslado: 6 de abril del 2024
- Quinta recolección y traslado: 19 de abril del 2024
- Sexta recolección y traslado: 21 de abril del 2024

Figura 1: Croquis del área experimental para gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)

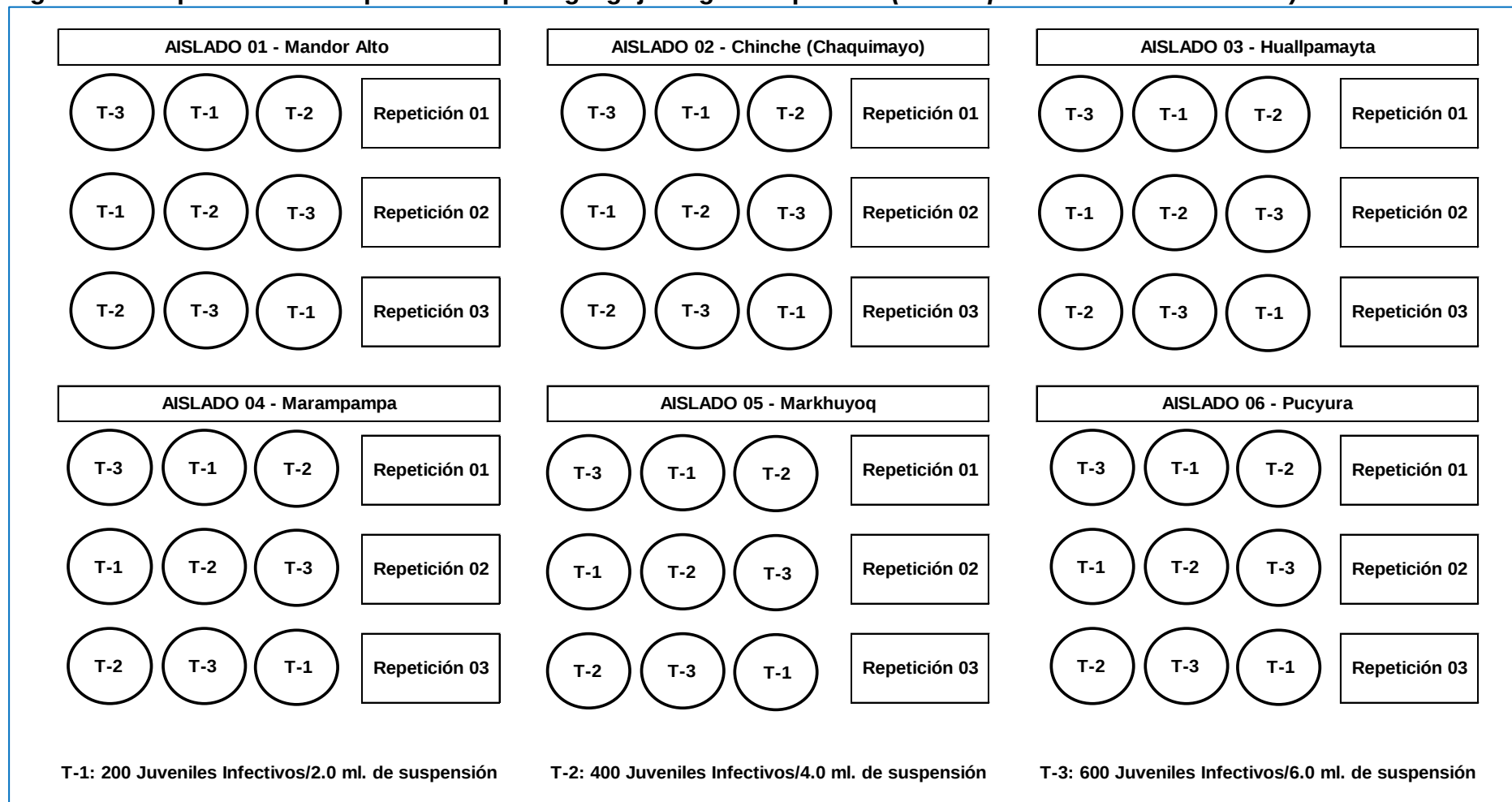


Tabla 11: Ubicación de puntos de recolección de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)

N°	Sector	Distrito	Coordenadas (UTM WGS-84)		
			Norte	Este	Altitud
1	Huyro	Huayopata	8561029	76417	1,521
2	Chinche	Maranura	8564959	753893	1,119

b) Conteo del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*)

El conteo de nematodos se realizó con las recomendaciones de **Coyne et al., (2007)**. Antes de instalar los tratamientos fue necesario contabilizar los nemátodos entomopatógenos (juveniles infectivos) que fueron utilizados en la infección de las larvas, el procedimiento fue el siguiente:

- Se tomó un volumen del aislado con la pipeta.
- Se colocó en gotas sobre una placa Petri y se acomodó en el estereoscopio.
- Se hizo el conteo directo de los nemátodos entomopatógenos existentes en cada gota, se continuó con el procedimiento hasta obtener la cantidad de nematodos determinado según el tratamiento, este proceso se repitió 3 veces.
- Se completó con agua destilada hasta alcanzar el volumen requerido en el tratamiento, así tenemos:
 - o Para el tratamiento 01: se contó 200 juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* y se agregó agua destilada hasta lograr 2 ml de suspensión.
 - o Para el tratamiento 02: se contó 400 juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* y se agregó agua destilada hasta lograr 4 ml de suspensión.
 - o Para el tratamiento 03: se contó 600 juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* y se agregó agua destilada hasta lograr 6 ml de suspensión.
- El conteo de nemátodos entomopatógenos fue realizado el mismo día en el cual se realizó la infección de las larvas.

c) Infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*)

Se utilizó el procedimiento recomendado por **Uribe et al., (2020)** el cual fue:

- En el fondo de la placa Petri se colocó un papel filtro N° 02, posterior a ello se colocó una estructura de palitos de paleta que dividió la superficie en 10 secciones iguales debido a que estas larvas presentan fuertes mandíbulas que les permiten masticar, lo que ocasionaría daños entre sí.
- Sobre el papel filtro se aplicó los nemátodos juveniles contados en el procedimiento anterior, según tratamiento.
- Se esperó dos minutos hasta que los nemátodos juveniles se distribuyeron en forma uniforme sobre el papel filtro.
- Sobre el papel filtro con los nemátodos juveniles se colocó 10 larvas de gorgojo negro del plátano con 10 porciones del cormo del platano, que sirvió de alimento para las larvas durante el experimento para que no mueran por inanición.
- La placa Petri fue sellado con papel parafilm.
- La placa Petri fue cubierta con plástico negro para evitar acción negativa de la luz sobre los nemátodos entomopatógenos.

Las fechas de infección fueron las siguientes:

- Aislado de Mandor Alto: se infectó el 03 de marzo del 2024
- Aislado de Chinche (Chaquimayo): se infectó el 09 de marzo del 2024
- Aislado de Huallpamayta: se infectó el 21 de marzo del 2024
- Aislado de Marampampa: se infectó el 18 de abril del 2024
- Aislado de Markhuyoq: se infectó el 20 de abril del 2024
- Aislado de Centro Poblado Pucyura: se infectó el 23 de abril del 2024

d) Inspección y conteo de larvas muertas

Las inspecciones y conteos de las larvas muertas fueron realizadas en 15 oportunidades diferentes, en el caso del aislado de Mandor alto se realizó del 04 al 18 de marzo del 2024, para Chinche (Chaquimayo) se realizó del 10 al 24 de marzo del 2024, Huallpamayta se realizó del 22 de marzo al 05 de abril del 2024,

Marampampa se realizó del 19 de abril al 03 de mayo del 2024, Markhuyoq del 21 de abril al 05 de mayo del 2024 y Pucyura del 24 de abril al 08 de mayo del 2024.

e) Verificación de presencia del nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp. en larvas muertas

El objetivo fue verificar la presencia de nemátodos entomopatógenos en las larvas muertas recolectadas en el procedimiento anterior.

- **Desinfección de larvas muertas:** las larvas de gorgojo negro del plátano muertas como consecuencia de la infección con juveniles de nemátodos, fueron desinfectados con agua destilada estéril, luego fueron oreados sobre papel toalla.
- **Colocación de larvas muertas en trampas White modificada:** las larvas desinfectadas fueron colocadas en la trampa White modificada con la ayuda de una pinza. Las larvas fueron colocadas sobre la lámina de vidrio.
- **Adición de agua destilada estéril:** Una vez colocada las larvas sobre la lámina de vidrio se agregó agua destilada estéril hasta la altura de la lámina de vidrio.
- **Migración de nemátodos entomopatógenos:** después de 15 días los nemátodos entomopatógenos abandonaron la larva muerta e ingresaron al agua distribuyéndose en ella.
- **Verificación de presencia de nemátodos entomopatógenos en aislados:** Con la finalidad de determinar si las larvas de gorgojo negro del plátano murieron por efecto de los nemátodos entomopatógenos se observó al estereoscopio la presencia de nemátodos, anotándose el número de larvas de los cuales se recuperó los nemátodos y aquellas larvas que murieron por otras causas. La verificación tuvo una duración de 15 días y concluyó el 23 de mayo del 2024.

5.2.2.5. Instalación y conducción del experimento para gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce)

a) Recolección y traslado de larvas de gorgojo de los Andes

Las larvas del gorgojo de los Andes fueron recolectadas en una parcela de papa de la Escuela Profesional de Agronomía, Facultad de Agronomía y Zootecnia. La ubicación del lugar se muestra en la tabla 12. Para identificar la especie de gorgojo de los Andes se tomó como referencia la descripción realizada por **Carrasco (1961)** quien menciona que *Premnotypes latithorax* Pierce presenta larvas de forma Oval-alargada, áпода, rechoncha, blanquecina transparente al inicio tornandose amarillo anaranjado al crecer, presenta además cabeza bien diferenciada y 13 segmentos muy semejantes los unos a los otros, de los cuales el pigopodo es pequeño, de forma circular que rodea el ano. Se consideró además la información sobre dispersión de las especies de *Premnotypes* en la región Cusco mencionado por **Loayza (2021)** y la descripción realizada por **Tisoc (1989)** quien menciona que el adulto de *Premnotypes latithorax* Pierce presenta rostro corto y curvado hacia abajo, ojos oval – alargados de color negro, protórax con tubérculos laterales, intermedios y centrales, élitros de textura fuerte y coriáceas y patas fuertes.

Las fechas de recolección de larvas de gorgojo de los Andes fueron las siguientes:

- Primera recolección: 23 de mayo del 2024
- Segunda recolección: 26 de mayo del 2024
- Tercera recolección: 03 de junio del 2024
- Cuarta recolección: 23 de junio del 2024

Figura 2: Croquis del área experimental para gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)

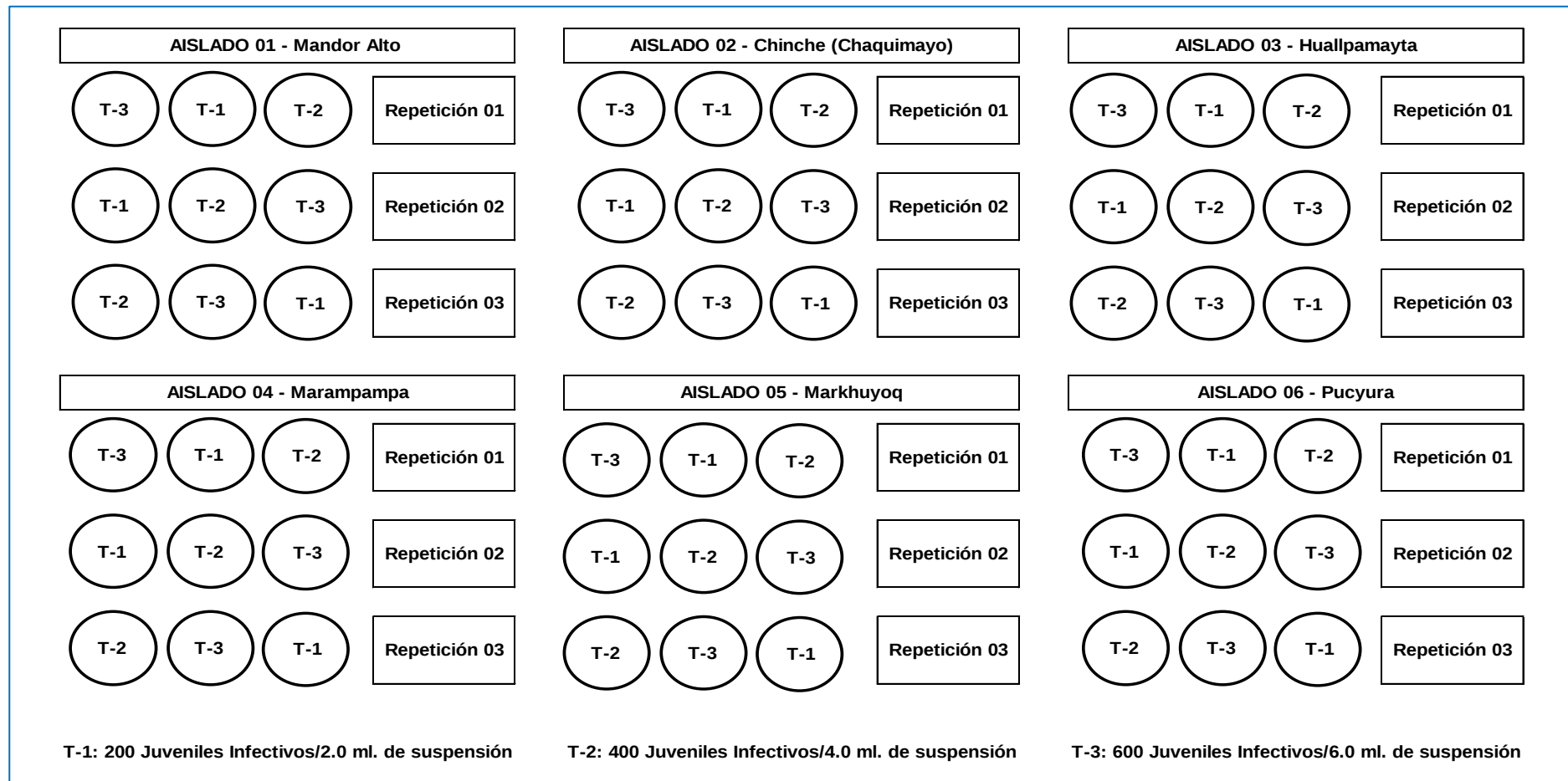


Tabla 12: Ubicación de puntos de recolección de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)

N°	Sector	Distrito	Coordenadas (UTM WGS-84) - Zona 19 L		
			Norte	Este	Altitud
1	K'ayra	San Jerónimo	8499749	188850	3,201

b) Conteo del nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp.

El conteo de nematodos se realizó con las recomendaciones de **Coyne et al., (2007)**. Antes de instalar los tratamientos fue necesario contabilizar los nemátodos juveniles que fueron utilizados en la infección de las larvas, el procedimiento fue el siguiente:

- Se tomó un volumen del aislado con la pipeta.
- Se colocó en gotas sobre una placa Petri y se acomodó en el estereoscopio.
- Se hizo el conteo directo de los nematodos entomopatógenos existentes en cada gota, se continuó con el procedimiento hasta obtener la cantidad de nematodos determinado según el tratamiento, este proceso se repitió 3 veces.
- Se completó con agua destilada hasta alcanzar el volumen requerido en el tratamiento, así tenemos:
 - o Para el tratamiento 01: se contó 200 juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp. y se agregó agua destilada hasta lograr 2 ml de suspensión.
 - o Para el tratamiento 02: se contó 400 juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp. y se agregó agua destilada hasta lograr 4 ml de suspensión.
 - o Para el tratamiento 03: se contó 600 juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema* sp. y se agregó agua destilada hasta lograr 6 ml de suspensión.
- El conteo de nemátodos entomopatógenos fue realizado el mismo día en el cual se realizó la infección de las larvas.

c) Infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.*

Se utilizó el procedimiento recomendado por **Uribe et al., (2020)** el cual fue:

- En el fondo de la placa Petri se colocó un papel filtro N° 02.
- Sobre el papel filtro se aplicó los nemátodos juveniles contados en el procedimiento anterior, según tratamiento.
- Se esperó dos minutos hasta que los nemátodos juveniles se distribuyeron en forma uniforme sobre el papel filtro.
- Sobre el papel filtro con los nemátodos juveniles se colocó 10 larvas de gorgojo de los Andes con trozos del tuberculo de la papa, que sirvió de alimento para las larvas durante el experimento para que no mueran por inanición.
- La placa Petri fue sellado con papel parafilm.
- La placa Petri fue cubierta con plástico negro para evitar acción negativa de la luz sobre los nemátodos entomopatógenos.

Las fechas de infección fueron las siguientes:

- Aislado de Mandor Alto: se infectó el 25 de mayo del 2024
- Aislado de Chinche (Chaquimayo): se infectó el 25 de mayo del 2024
- Aislado de Huallpamayta: se infectó el 28 de mayo del 2024
- Aislado de Marampampa: se infectó el 05 de junio del 2024
- Aislado de Markhuyoq: se infectó el 25 de junio del 2024
- Aislado de Centro Poblado Pucyura: se infectó el 25 de junio del 2024

d) Inspección y conteo de larvas muertas

Las inspecciones y conteos de las larvas muertas fueron realizadas en 10 oportunidades diferentes, en el caso del aislado de Mandor Alto se realizó del 26 de mayo al 04 de junio del 2024, para Chinche (Chaquimayo) se realizó del 26 de mayo al 04 de junio del 2024, Huallpamayta se realizó del 29 de mayo al 07 de junio del 2024, Marampampa se realizó del 06 al 15 de junio 2024, Markhuyoq del 26 de junio al 05 de julio 2024 y Pucyura del 26 de junio al 05 de julio del 2024.

e) Verificación de presencia del nemátodo entomopatógeno *Steinernema sp.* en larvas muertas

El objetivo fue verificar la presencia de nemátodos entomopatógenos en las larvas muertas recolectadas en el procedimiento anterior.

- **Desinfección de larvas muertas:** las larvas de gorgojo de los Andes muertas como consecuencia de la infección con juveniles de nemátodos, fueron desinfectados con agua destilada estéril, luego fueron oreados sobre papel toalla.
- **Colocación de larvas muertas en trampas White modificada:** las larvas desinfectadas fueron colocadas en la trampa White modificada con la ayuda de una pinza. Las larvas fueron colocadas sobre la lámina de vidrio.
- **Adición de agua destilada estéril:** Una vez colocada las larvas sobre la lámina de vidrio se agregó agua destilada estéril hasta la altura de la lámina de vidrio.
- **Migración de nemátodos entomopatógenos:** después de 15 días los nemátodos entomopatógenos abandonaron la larva muerta e ingresaron al agua distribuyéndose en ella.
- **Verificación de presencia de nemátodos entomopatógenos en aislados:** Con la finalidad de determinar si las larvas de gorgojo de los Andes murieron por efecto de los nemátodos entomopatógenos se observó al estereoscopio la presencia de nemátodos, anotándose el número de larvas de los cuales se recuperó los nematodos y aquellas larvas que murieron por otras causas. La verificación tuvo una duración de 15 días y concluyó el 20 de julio del 2024.

5.2.2.6. Determinación del porcentaje de mortalidad de larvas

La mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano y gorgojo de los Andes se determinó considerando la recomendación dada por **Uribe et al., (2020)**:

- Se observó la mortalidad de las larvas cada 24 horas, reconociendo los síntomas típicos de infección por nemátodos entomopatógenos.

- Las larvas muertas se colocaron en trampas White modificada, para recuperar nemátodos entomopatógenos de las larvas muertas.
- Se contabilizó únicamente las larvas que presentaron nemátodos entomopatógenos, descartándose aquellas de las cuales no se recuperaron nemátodos.
- Los resultados fueron expresados en porcentaje, de las larvas muertas de donde se recuperaron nemátodos entomopatógenos con respecto al total de larvas infectadas.

5.2.2.7. Procesamiento de los resultados

El modelo aditivo lineal para el diseño completo al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Variable respuesta

μ = Efecto de la media poblacional

τ_i = Efecto del i ésimo tratamiento

ε_{ij} = Error experimental

Tabla 13: Modelo de análisis de varianza - Diseño completo al azar

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcalculado
Tratamiento (t)	GLT= t-1	SCT	CMT=SCT/GLT	CMT/CME
Error	GLE= t(r-1)	SCE	CME=SCE/GLE	
Total	GLEtotal= tr -1	SCTotal		

Donde: $SCT = \frac{\sum_{i=1}^t Y_i^2}{r} - TC$ $SCTotal = \sum_{j=1}^r Y_{ij}^2 - TC$

$$SCE = SCTotal - SCT \quad TC = \frac{Y_{..}}{r*t}$$

5.2.2.8. Fechas de actividades realizadas en campo y laboratorio

Figura 3: Fechas de obtención de muestras de suelo y aislamiento de nemátodos entomopatógenos

Obtención de muestras de suelo con nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema sp.</i>		
Maranura		09/07/2023
Huayopata		10/07/2023
Maranura		24/07/2023
Echarati y Quellouno		25/07/2023
Echarati		18/08/2023
Echarati		24/08/2023
Maranura		25/08/2023
Echarati		26/08/2023
Vilcabamba		27/08/2023
Ocobamba		28/08/2023
Recolección de larvas de <i>Galleria mellonella</i> L.		
Maranura		17/07/2023
		01/08/2023
		28/08/2023
Aislamiento del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema sp.</i> de las muestras de suelo		
K'ayra (Laboratorio)		
Muestras de Chinche, Huallpamayta y Mandor Alto		18/7/2023 al 02/8/2023
Muestras de Echarati, Quellouno y Chinche Playa		02/08/2023 al 17/08/2023
Muestras de Echarati, Markhuyoc, Maranura, Echarati, Vilcabamba, Kiteni, Ocobamba		29/08/2023 al 12/09/2023

Figura 4: Fechas de captura y multiplicación de nemátodos y prueba de patogenicidad

Captura del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema sp.</i> en trampas White modificada		
K'ayra (Laboratorio)		
Instalación de trampas White		27/07/2023 al 12/09/2023
Obtención de aislados de juveniles		11/08/2023 al 15/09/2023
Multiplicación del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema sp.</i>		
K'ayra (Laboratorio)		
Multiplicación de nemátodos		10/09/2023 al 20/12/2023
Prueba de patogenicidad del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema sp.</i>		
K'ayra (Laboratorio)		
Prueba de patogenicidad		28/12/2023 al 20/01/2024

Figura 5: Fechas de instalación y conducción del experimento para gorgojo negro del plátano

Instalación y conducción del experimento para gorgojo negro del plátano (<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar)		
Recolección y traslado de larvas de gorgojo negro del plátano		
1° recolección y traslado		01/03/2024
2° recolección y traslado		07/03/2024
3° recolección y traslado		19/03/2024
4° recolección y traslado		16/04/2024
5° recolección y traslado		19/04/2024
6° recolección y traslado		21/04/2024
Conteo e Infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno (<i>Steinernema</i> sp.)		
K'ayra (Laboratorio)		
Aislado de Mandor Alto		03/03/2024
Aislado de Chinche (Chaquimayo)		09/03/2024
Aislado de Hualpamayta		21/03/2024
Aislado de Marampampa		18/04/2024
Aislado de Markhuyoq		20/04/2024
Aislado de Centro Poblado Pucyura		23/04/2024
Inspección y conteo de larvas muertas		
K'ayra (Laboratorio)		
Aislado de Mandor Alto		04 al 18/03/2024
Aislado de Chinche (Chaquimayo)		10 al 24/03/2024
Aislado de Hualpamayta		22/03/2024 al 05/04/2024
Aislado de Marampampa		19/04/2024 al 03/05/2024
Aislado de Markhuyoq		21/04/2024 al 05/05/2024
Aislado de Centro Poblado Pucyura		24/04/2024 al 08/05/2024

Figura 6: Fechas de verificación de presencia de nemátodos entomopatógenos

Verificación de presencia del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp. en larvas muertas		
K'ayra (Laboratorio)		
Verificación de presencia de nemátodos		09 al 23/05/2024

Figura 7: Fechas de instalación y conducción del experimento para gorgojo de los Andes

Instalación y conducción del experimento para gorgojo de los Andes (<i>Premnotypes latithorax</i> Pierce)		
Recolección y traslado de larvas de gorgojo de los Andes		
1° recolección y traslado		23/05/2024
2° recolección y traslado		26/05/2024
3° recolección y traslado		03/06/2024
4° recolección y traslado		23/06/2024

Conteo e infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp.		
K'ayra (Laboratorio)		
Aislado de Mandor Alto		25/05/2024
Aislado de Chinche (Chaquimayo)		25/05/2024
Aislado de Hualpamayta		28/05/2024
Aislado de Marampampa		05/06/2024
Aislado de Markhuyoq		25/06/2024
Aislado de Centro Poblado Pucyura		25/06/2024

Inspección y conteo de larvas muertas		
K'ayra (Laboratorio)		
Aislado de Mandor Alto		26/05/2024 al 04/06/2024
Aislado de Chinche (Chaquimayo)		26/05/2024 al 04/06/2024
Aislado de Hualpamayta		29/05/2024 al 07/06/2024
Aislado de Marampampa		06 al 15/06/2024
Aislado de Markhuyoq		26/06/2024 al 05/07/2024
Aislado de Centro Poblado Pucyura		26/06/2024 al 05/07/2024

Figura 8: Fechas de verificación de presencia de nemátodos entomopatógenos

Verificación de presencia del nemátodo entomopatógeno <i>Steinernema</i> sp. en larvas muertas		
K'ayra (Laboratorio)		
Verificación de presencia de nemátodos		06 al 20/07/2024

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar)

Tabla 14: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	8.00	7.00	10.00
T2	400 Juv/4.0 ml	7.00	9.00	10.00
T3	600 Juv/6.0 ml	9.00	9.00	10.00

En la tabla 14 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano muertas por unidad experimental luego de 15 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp.*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 62 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en los tratamientos 200 juveniles/2.0 ml y 400 juveniles/4.0 ml con 7 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en los tres tratamientos y en la repetición III, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

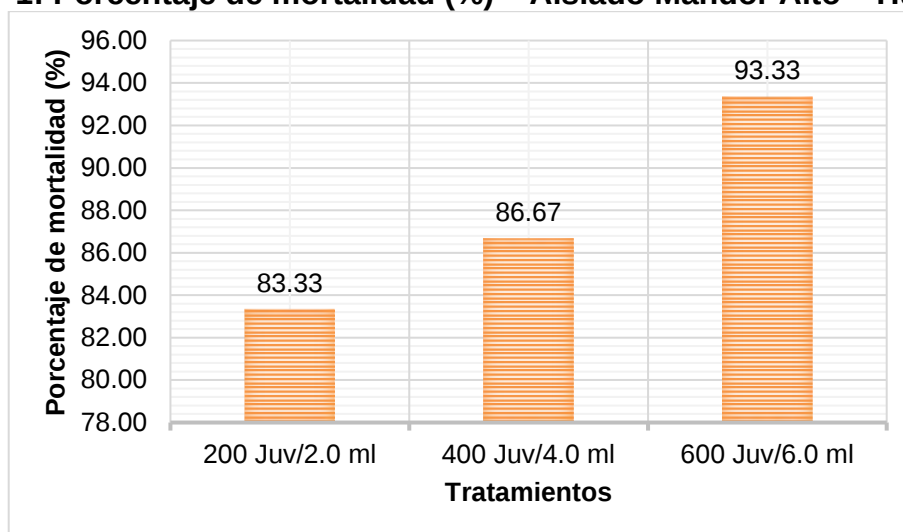
Tabla 15: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	80.00	70.00	100.00	83.33
T2	400 Juv/4.0 ml	70.00	90.00	100.00	86.67
T3	600 Juv/6.0 ml	90.00	90.00	100.00	93.33
Promedio					87.78

En la tabla 15 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del sector Mandor Alto, distrito de Huayopata, estos resultados fueron obtenidos de la tabla 14 considerando que se infectaron en total 10 larvas por cada unidad experimental. En

la tabla se observa que el promedio general fue de 87.78% de mortalidad. **Amador et al. (2015)** determinaron la mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio y reportaron 84% de mortalidad por nemátodos entomopatógenos con la dosis de 1,000 juveniles de nemátodos por larva, promedio similar al de la presente investigación, **Suárez (2023)** evaluó el control del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*), utilizando el nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema feltiae* en condiciones de laboratorio y encontró 100% de mortalidad cuando se conteo larvas muertas a las 72 horas, **Sepulveda et al., (2008)** evaluaron la virulencia de nemátodos entomopatógenos de las especies *Steinernema carpocapsae*, y *Heterorhabditis bacteriophora*, sobre larvas de último instar del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio y encontraron como mejor resultado 93% de mortalidad para la dosis de 100 juveniles/ 25 ml, los dos últimos resultados fueron superiores al reportado en la presente investigación.

Gráfico 1: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Mandor Alto – Huayopata



En el gráfico 1 se observa que aritméticamente el tratamiento 600 juveniles infectivos en 6.0 ml presentó el promedio más alto con 93.33%, mientras que el tratamiento 200 juveniles infectivos/2.0 ml. presentó el promedio más bajo con 83.33%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 16: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	0.479353	0.239677	0.489	0.052	0.010	NS	NS
Error	6.0	2.943066	0.490511					
Total	8.0	3.422419					CV	7.49%

El análisis de varianza (tabla 16) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del sector de Mandor Alto, distrito de Huayopata, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, por tanto, el porcentaje de mortalidad no fue afectado por la cantidad de nemátodos entomopatógenos juveniles utilizados. Este resultado es opuesto al reportado por **Amador et al. (2015)** quienes evaluaron cinco concentraciones de juveniles 25, 50, 100, 500 y 1,000 juveniles de nemátodos por larva y encontraron diferencias significativas entre las dosis evaluadas, igualmente, es opuesto también el resultado obtenido por **Sepulveda et al., (2008)** quienes evaluaron tres dosis de 10, 100 y 1.000 Juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión y encontraron diferencias significativas, finalmente, ratifica el resultado mencionado por **Suárez (2023)** quien evaluó las dosis de 250, 150 y 75 millones de juveniles/m² y un testigo sin nemátodos y no encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variabilidad fue de 7.49%, valor considerado bajo, por tanto, los datos pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 17: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	10.00	10.00	10.00
T2	400 Juv/4.0 ml	10.00	10.00	10.00
T3	600 Juv/6.0 ml	10.00	10.00	10.00

En la tabla 17 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano muertas por unidad experimental luego de 15 días de ocurrido la infección con

juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 63 presentado en anexos. En la tabla se observa que todos los tratamientos presentaron la misma cantidad de larvas muertas es decir de las 10 larvas por unidad experimental que fue infestada las 10 larvas murieron como consecuencia de la infestación del nemátodo.

Tabla 18: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	100.00	100.00	100.00	100.00
T2	400 Juv/4.0 ml	100.00	100.00	100.00	100.00
T3	600 Juv/6.0 ml	100.00	100.00	100.00	100.00
Promedio					100.00

En la tabla 18 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del sector Chinche (Chaquimayo) distrito de Maranura, los datos fueron obtenidos de la tabla 17 considerando que se infestaron 10 larvas en cada unidad experimental. En la tabla se observa que el promedio general fue de 100% de mortalidad, igualmente se observa que no existe diferencia entre los promedios de los tratamientos, ya que, todos presentan 100% de mortalidad de larvas.

Tabla 19: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	10.00	10.00	9.00
T2	400 Juv/4.0 ml	10.00	10.00	6.00
T3	600 Juv/6.0 ml	10.00	10.00	10.00

En la tabla 19 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano muertas por unidad experimental luego de 15 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 64 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 400 juveniles/4.0 ml con 6 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas

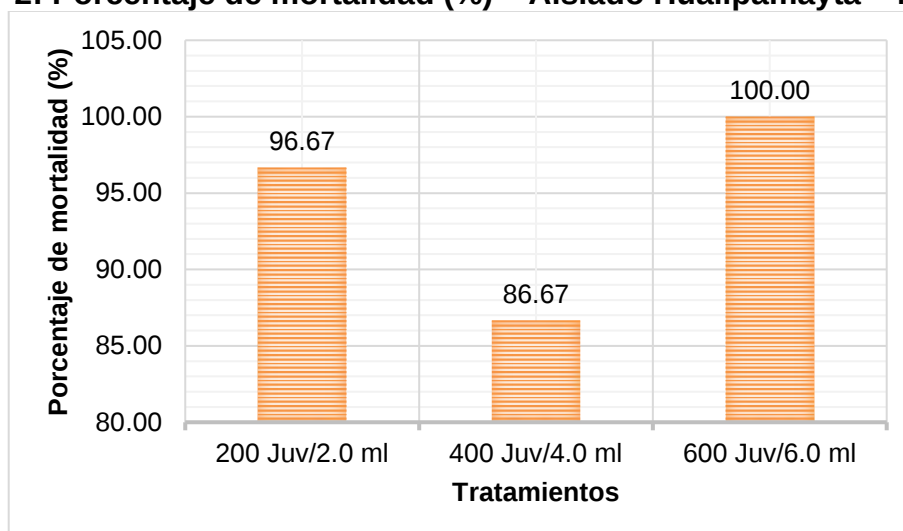
se presentó en los tres tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

Tabla 20: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	100.00	100.00	90.00	96.67
T2	400 Juv/4.0 ml	100.00	100.00	60.00	86.67
T3	600 Juv/6.0 ml	100.00	100.00	100.00	100.00
Promedio					94.44

En la tabla 20 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del sector Huallpamayta, distrito de Maranura, estos datos fueron obtenidos con los resultados de la tabla 19. En la tabla se observa que el promedio general fue 94.44% de mortalidad. **Amador et al. (2015)** reportó un promedio más bajo con 84.0% de mortalidad de larvas al evaluar diferentes dosis de nemátodos juveniles en condiciones de laboratorio en Costa Rica, igualmente **Suárez (2023)** reportó también un valor inferior de 85.71% de mortalidad al conteo a 48 horas, fue también superior al reportado por **Sepulveda et al., (2008)** quienes encontraron como mejor resultado 93% de mortalidad.

Gráfico 2: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Huallpamayta – Maranura



En el gráfico 2 se observa que aritméticamente el tratamiento 600 juveniles infectivos en 6.0 ml presentó el promedio más alto con 100% de mortalidad, mientras que el tratamiento 400 juveniles/4.0 ml. presentó el promedio más bajo con 86.67%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 21: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	0.930514	0.465257	0.784	0.052	0.010	NS	NS
Error	6.0	3.562671	0.593779					
Total	8.0	4.493185					CV	7.95%

El análisis de varianza (tabla 21) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del sector de Huallpamayta, distrito de Maranura, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano. Este resultado es opuesto al reportado por **Amador et al. (2015)** quienes encontraron diferencias significativas entre las dosis evaluadas, igualmente, es opuesto el resultado obtenido por **Sepulveda et al., (2008)** quienes encontraron diferencias significativas, finalmente, ratifica el resultado mencionado por **Suárez (2023)** quien no encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variabilidad fue de 7.95%, valor considerado bajo, por tanto, los datos pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 22: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	7.00	8.00	9.00
T2	400 Juv/4.0 ml	8.00	10.00	9.00
T3	600 Juv/6.0 ml	10.00	9.00	10.00

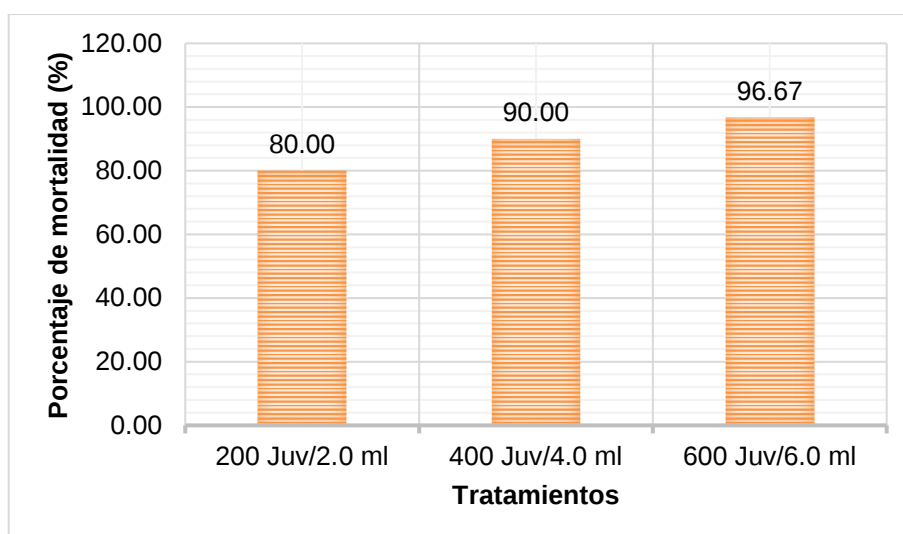
En la tabla 22 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano muertas por unidad experimental luego de 15 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp.*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 65 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en los tratamientos 200 juveniles/2.0 ml y 400 juveniles/4.0 ml con 8 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en dos tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

Tabla 23: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	70.00	80.00	90.00	80.00
T2	400 Juv/4.0 ml	80.00	100.00	90.00	90.00
T3	600 Juv/6.0 ml	100.00	90.00	100.00	96.67
Promedio					88.89

En la tabla 23 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del sector Marampampa, distrito de Ocobamba, los datos fueron obtenidos de la tabla 22. En la tabla se observa que el promedio general fue de 88.89% de mortalidad. **Amador et al. (2015)** en la Universidad de Costa Rica, reportaron 84% de mortalidad por nemátodos entomopatógenos con la dosis de 1,000 juveniles, promedio inferior al de la presente investigación, **Suárez (2023)** en la Universidad Agraria del Ecuador encontró 100% de mortalidad cuando se conteo larvas muertas a las 72 horas, **Sepulveda et al., (2008)** evaluaron la virulencia de nemátodos entomopatógenos de las especies *Steinernema carpocapsae*, y *Heterorhabditis bacteriophora*, sobre larvas de último instar del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio y encontraron como mejor resultado 93% de mortalidad para la dosis de 100 juveniles/ 25 ml, los dos últimos resultados fueron superiores al reportado en la presente investigación.

Gráfico 3: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Marampampa – Ocobamba



En el gráfico 3 se observa que aritméticamente el tratamiento 600 juveniles infectivos en 6.0 ml presentó el promedio más alto con 96.67% de mortalidad, mientras que el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml. presentó el promedio más bajo con 80.0%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 24: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	1.223774	0.611887	2.698	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	1.360651	0.226775					
Total	8.0	2.584425					CV	5.06%

El análisis de varianza (tabla 24) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del sector de Marampampa, distrito de Ocobamba, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano. Este resultado es opuesto al reportado por **Amador et al. (2015)** quienes encontraron diferencias significativas entre las dosis evaluadas, igualmente, es opuesto el resultado obtenido por **Sepulveda et al., (2008)** quienes encontraron también diferencias significativas, finalmente, ratifica el resultado mencionado por **Suárez (2023)** quien no encontró

diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variabilidad fue de 5.06%, valor considerado bajo, por tanto, los datos pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 25: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	8.00	8.00	8.00
T2	400 Juv/4.0 ml	9.00	10.00	9.00
T3	600 Juv/6.0 ml	7.00	7.00	10.00

En la tabla 25 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano muertas por unidad experimental luego de 15 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 66 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml con 8 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en dos tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

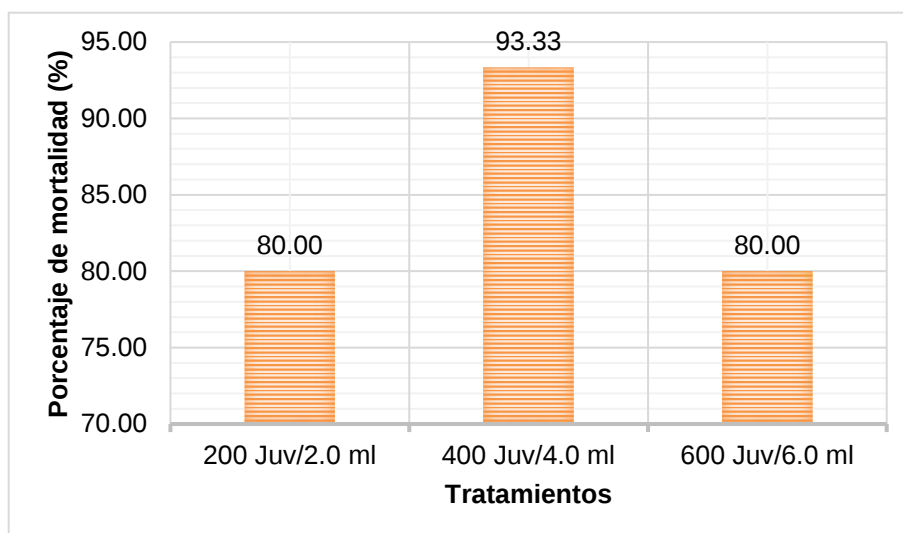
Tabla 26: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	80.00	80.00	80.00	80.00
T2	400 Juv/4.0 ml	90.00	100.00	90.00	93.33
T3	600 Juv/6.0 ml	70.00	70.00	100.00	80.00
Promedio					84.44

En la tabla 26 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba, los datos fueron obtenidos con los resultados de la tabla 25. En la tabla se observa que el promedio general fue de 84.44% de mortalidad. **Amador et al. (2015)** en la Universidad de Costa Rica, reportaron 84% de mortalidad por nemátodos entomopatógenos con la dosis de 1,000 juveniles, promedio similar al de la presente investigación, **Suárez (2023)** en la Universidad

Agraria del Ecuador encontró 100% de mortalidad cuando se conteo larvas muertas a las 72 horas, **Sepulveda et al., (2008)** evaluaron la virulencia de nemátodos entomopatógenos de las especies *Steinernema carpocapsae*, y *Heterorhabditis bacteriophora*, sobre larvas de último instar del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) en condiciones de laboratorio y encontraron como mejor resultado 93% de mortalidad para la dosis de 100 juveniles/ 25 ml, los dos últimos resultados fueron superiores al reportado en la presente investigación.

Gráfico 4: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Markhuyoq - Vilcabamba



En el gráfico 4 se observa que aritméticamente el tratamiento 400 juveniles infectivos en 4.0 ml presentó el promedio más alto con 93.33% de mortalidad, mientras que el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml y el tratamiento 600 juv/6.0 ml presentaron los promedios más bajos con 80.0%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 27: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	1.068094	0.534047	1.640	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	1.954223	0.325704					
Total	8.0	3.022318					CV	6.22%

El análisis de varianza (tabla 27) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano. Este resultado es opuesto al reportado por **Amador et al. (2015)** quienes encontraron diferencias significativas entre las dosis evaluadas, igualmente, es opuesto el resultado obtenido por **Sepulveda et al., (2008)** quienes encontraron también diferencias significativas, finalmente, ratifica el resultado mencionado por **Suárez (2023)** quien no encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variabilidad fue de 6.22%, valor considerado bajo, por tanto, los datos pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 28: Cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) muertas 15 días después de la infección – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	9.00	10.00	9.00
T2	400 Juv/4.0 ml	10.00	9.00	9.00
T3	600 Juv/6.0 ml	10.00	10.00	10.00

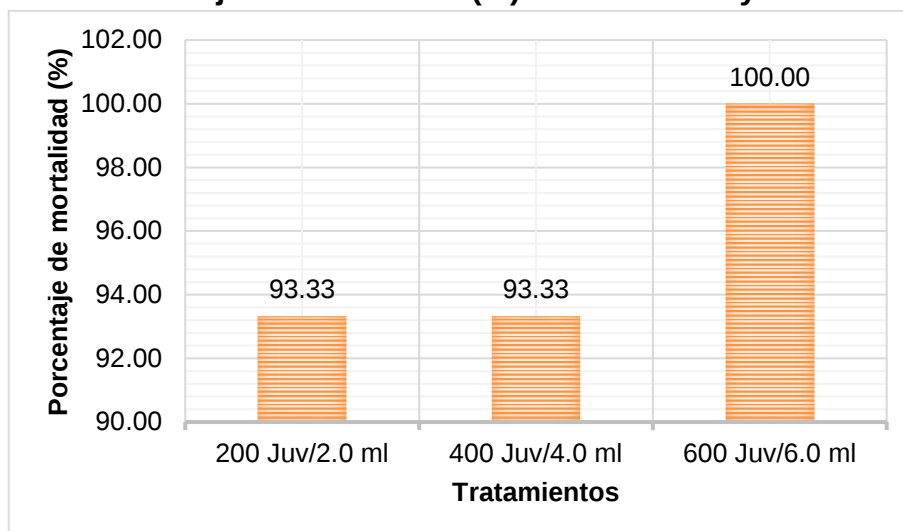
En la tabla 28 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo negro del plátano muertas por unidad experimental luego de 15 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp.*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 67 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml y 400 juveniles/4.0 ml con 9 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en tres tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

Tabla 29: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	90.00	100.00	90.00	93.33
T2	400 Juv/4.0 ml	100.00	90.00	90.00	93.33
T3	600 Juv/6.0 ml	100.00	100.00	100.00	100.00
Promedio					95.56

En la tabla 29 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo negro del plátano como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba, los datos fueron obtenidos de los resultados mostrados en la tabla 28. En la tabla se observa que el promedio general fue de 95.56% de mortalidad. **Amador et al. (2015)** en la Universidad de Costa Rica, reportaron 84% de mortalidad por nemátodos entomopatógenos con la dosis de 1,000 juveniles, promedio inferior al de la presente investigación, **Suárez (2023)** en la Universidad Agraria del Ecuador encontró 100% de mortalidad cuando se conteo larvas muertas a las 72 horas, **Sepulveda et al., (2008)** evaluaron la virulencia de nemátodos entomopatógenos de las especies *Steinernema carpocapsae*, y *Heterorhabditis bacteriophora*, sobre larvas de último instar del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus*) en condiciones de laboratorio y encontraron como mejor resultado 93% de mortalidad para la dosis de 100 juveniles/ 25 ml.

Gráfico 5: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Pucyura - Vilcabamba



En el gráfico 5 se observa que aritméticamente el tratamiento 600 juveniles infectivos en 6.0 ml presentó el promedio más alto con 100% de mortalidad, mientras que el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml y el tratamiento 400 juv/4.0 ml presentaron los promedios más bajos con 80.0%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 30: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	0.234080	0.117040	2.000	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	0.351121	0.058520					
Total	8.0	0.585201					CV	2.48%

El análisis de varianza (tabla 30) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano. Este resultado es opuesto al reportado por **Amador et al. (2015)** quienes encontraron diferencias significativas entre las dosis evaluadas, igualmente, es opuesto el resultado obtenido por **Sepulveda et al., (2008)** quienes encontraron también diferencias significativas, finalmente, ratifica el resultado mencionado por **Suárez (2023)** quien no encontró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El coeficiente de variabilidad fue de 6.22%, valor considerado bajo, por tanto, los datos pueden ser utilizados sin restricciones.

6.2. Mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce)

Tabla 31: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	8.00	8.00	9.00
T2	400 Juv/4.0 ml	10.00	8.00	10.00
T3	600 Juv/6.0 ml	10.00	7.00	10.00

En la tabla 31 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo de los Andes muertas por unidad experimental luego de 10 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 68 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en los tratamientos 200 juveniles/2.0 ml y 400 juveniles/4.0 ml con 8 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en dos tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

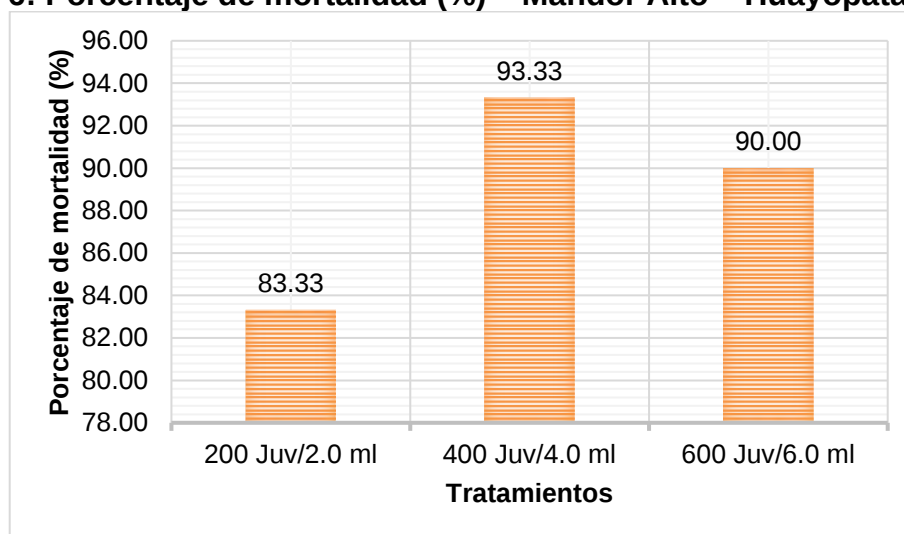
Tabla 32: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	80.00	80.00	90.00	83.33
T2	400 Juv/4.0 ml	100.00	80.00	100.00	93.33
T3	600 Juv/6.0 ml	100.00	70.00	100.00	90.00
Promedio					88.89

En la tabla 32 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo de los Andes como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata, los datos fueron obtenidos de los resultados mostrados en la tabla 31. En la tabla se observa que el promedio general fue de 88.89% de mortalidad. Comparando con otras investigaciones se tiene: **Caro et al., (2021)** evaluaron el control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*) utilizando nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema* con las dosis 10, 100 y 1000

juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión encontraron como mejor resultado 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión con 91.7% de mortalidad valor superior al de la presente investigación, **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y encontraron como mejor resultado 68% de mortalidad.

Gráfico 6: Porcentaje de mortalidad (%) – Mandor Alto – Huayopata



En el gráfico 6 se observa que aritméticamente el tratamiento 400 juveniles infectivos en 4.0 ml presentó el promedio más alto con 100% de mortalidad, mientras que el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml presentó el promedio más bajo con 83.33%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 33: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	0.234080	0.117040	2.000	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	0.351121	0.058520					
Total	8.0	0.585201					CV	2.48%

El análisis de varianza (tabla 33) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del Sector Mandor Alto, distrito de Huayopata, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos

entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes. Este resultado es igual al mencionado por **Caro et al., (2021)** quienes evaluaron los tratamientos: 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión y no encontraron diferencias significativas, igualmente **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y tampoco encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 2.48% valor considerado bajo, por tanto, los resultados pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 34: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	8.00	7.00	9.00
T2	400 Juv/4.0 ml	9.00	8.00	8.00
T3	600 Juv/6.0 ml	10.00	9.00	10.00

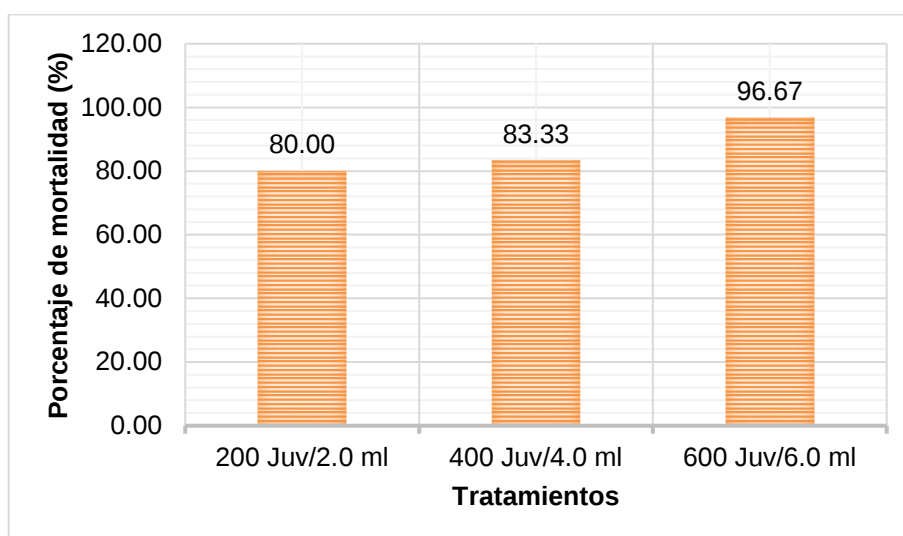
En la tabla 34 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo de los Andes muertas por unidad experimental luego de 10 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 69 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml con 7 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 400 juveniles/6.0 ml, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

Tabla 35: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	80.00	70.00	90.00	80.00
T2	400 Juv/4.0 ml	90.00	80.00	80.00	83.33
T3	600 Juv/6.0 ml	100.00	90.00	100.00	96.67
Promedio					86.67

En la tabla 35 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo de los Andes como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura, en ella se observa que el promedio general fue de 86.67% de mortalidad. Comparando con otras investigaciones se tiene: **Caro et al., (2021)** evaluaron el control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*) utilizando nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema* con las dosis 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión encontraron como mejor 91.7% de mortalidad valor superior al de la presente investigación, **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y encontraron como mejor resultado 68% de mortalidad.

Gráfico 7: Porcentaje de mortalidad (%) – Chinche (Chaquimayo) – Maranura



En el gráfico 7 se observa que aritméticamente el tratamiento 600 juveniles infectivos en 6.0 ml presentó el promedio más alto con 96.67% de mortalidad, mientras que el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml presentó el promedio más bajo con 80.0%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 36: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura

Fuentes de variabilidad	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	1.335929	0.667964	4.010	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	0.999475	0.166579					
Total	8.0	2.335404					CV	4.39%

El análisis de varianza (tabla 36) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del Sector Chinche (Chaquimayo), distrito de Maranura, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes. Este resultado es igual al mencionado por **Caro et al., (2021)** quienes evaluaron los tratamientos: 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión y no encontraron diferencias significativas, igualmente **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y tampoco encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 4.39% valor considerado bajo, por tanto, los resultados pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 37: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	9.00	9.00	10.00
T2	400 Juv/4.0 ml	9.00	8.00	7.00
T3	600 Juv/6.0 ml	9.00	8.00	9.00

En la tabla 37 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo de los Andes muertas por unidad experimental luego de 10 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema* sp, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 70 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 400 juveniles/4.0 ml con 7 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas

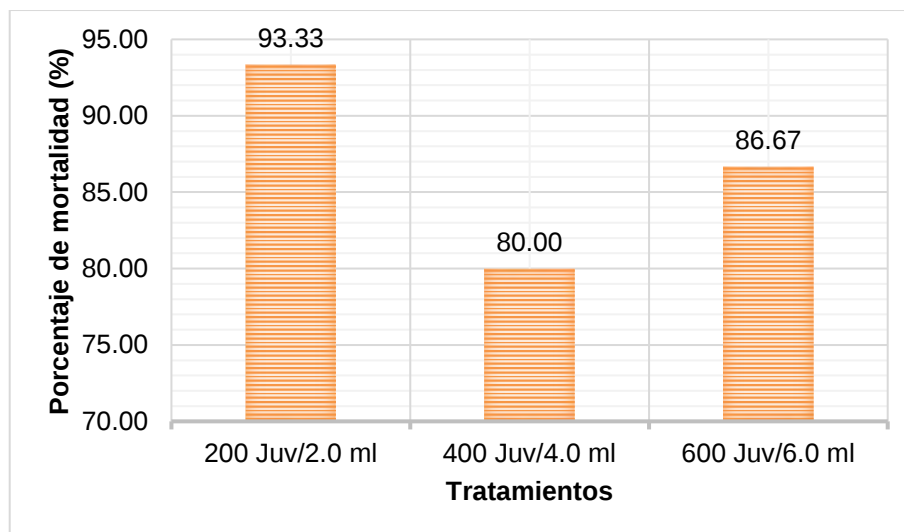
se presentó en el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

Tabla 38: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Hualpamayta, distrito de Maranura

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	90.00	90.00	100.00	93.33
T2	400 Juv/4.0 ml	90.00	80.00	70.00	80.00
T3	600 Juv/6.0 ml	90.00	80.00	90.00	86.67
Promedio					86.67

En la tabla 38 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo de los Andes como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector Hualpamayta, distrito de Maranura, en ella se observa que el promedio general fue de 86.67% de mortalidad, el promedio más bajo fue de 80.0% correspondiente a las dosis de 400 juveniles infectivos/4.0 ml de suspensión, mientras que, el promedio más alto fue de 93.33% correspondiente a la dosis de 200 juveniles infectivos/2.0 ml de suspensión. Comparando con otras investigaciones se tiene: **Caro et al., (2021)** evaluaron el control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*) utilizando nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema* con las dosis 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión encontraron como mejor promedio 91.7% de mortalidad, valor superior al de la presente investigación, **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y encontraron como mejor resultado 68% de mortalidad.

Gráfico 8: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Huallpamayta – Maranura



En el gráfico 8 se observa que aritméticamente el tratamiento 200 juveniles infectivos en 2.0 ml presentó el promedio más alto con 93.33% de mortalidad, mientras que el tratamiento 400 juveniles/4.0 ml presentó el promedio más bajo con 80.0%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 39: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Huallpamayta, distrito de Maranura

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	0.789365	0.394683	2.369	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	0.999475	0.166579					
Total	8.0	1.788840					CV	4.39%

El análisis de varianza (tabla 39) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del Sector Huallpamayta, distrito de Maranura, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes. Este resultado es igual al mencionado por **Caro et al., (2021)** quienes evaluaron los tratamientos: 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión y no encontraron diferencias significativas, igualmente **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de

gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y tampoco encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 4.39% valor considerado bajo, por tanto, los resultados pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 40: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	9.00	10.00	10.00
T2	400 Juv/4.0 ml	10.00	10.00	8.00
T3	600 Juv/6.0 ml	10.00	8.00	7.00

En la tabla 40 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo de los Andes muertas por unidad experimental luego de 10 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 71 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 600 juveniles/6.0 ml con 7 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en los tres tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

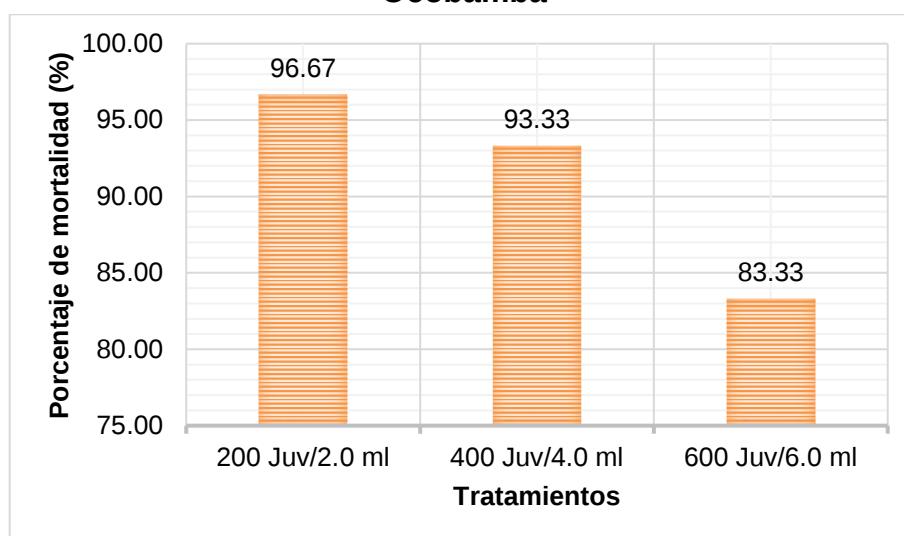
Tabla 41: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	90.00	100.00	100.00	96.67
T2	400 Juv/4.0 ml	100.00	100.00	80.00	93.33
T3	600 Juv/6.0 ml	100.00	80.00	70.00	83.33
Promedio					91.11

En la tabla 41 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo de los Andes de la papa como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector Marampampa, distrito de Ocobamba, en ella se observa que el promedio general fue de 91.11% de mortalidad. Comparando con otras investigaciones se tiene: **Caro et al., (2021)** evaluaron el control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*) utilizando nemátodos entomopatógenos del género

Steinernema con las dosis 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión encontraron como mejor promedio 91.7% de mortalidad, valor similar al de la presente investigación, **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y encontraron como mejor resultado 68% de mortalidad.

Gráfico 9: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Marampampa – Ocobamba



En el gráfico 9 se observa que aritméticamente el tratamiento 200 juveniles infectivos en 2.0 ml presentó el promedio más alto con 96.67% de mortalidad, mientras que el tratamiento 600 juveniles/6.0 ml presentó el promedio más bajo con 83.33%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 42: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Marampampa, distrito de Ocobamba

Fuentes de variabilidad	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	0.855241	0.427621	1.120	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	2.290688	0.381781					
Total	8.0	3.145930					CV	6.49%

El análisis de varianza (tabla 42) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del Sector Marampampa, distrito de Ocobamba, indicó que no se

presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes. Este resultado es igual al mencionado por **Caro et al., (2021)** quienes evaluaron los tratamientos: 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión y no encontraron diferencias significativas, igualmente **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y tampoco encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 6.49% valor considerado bajo, por tanto, los resultados pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 43: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	9.00	6.00	7.00
T2	400 Juv/4.0 ml	9.00	9.00	10.00
T3	600 Juv/6.0 ml	8.00	10.00	10.00

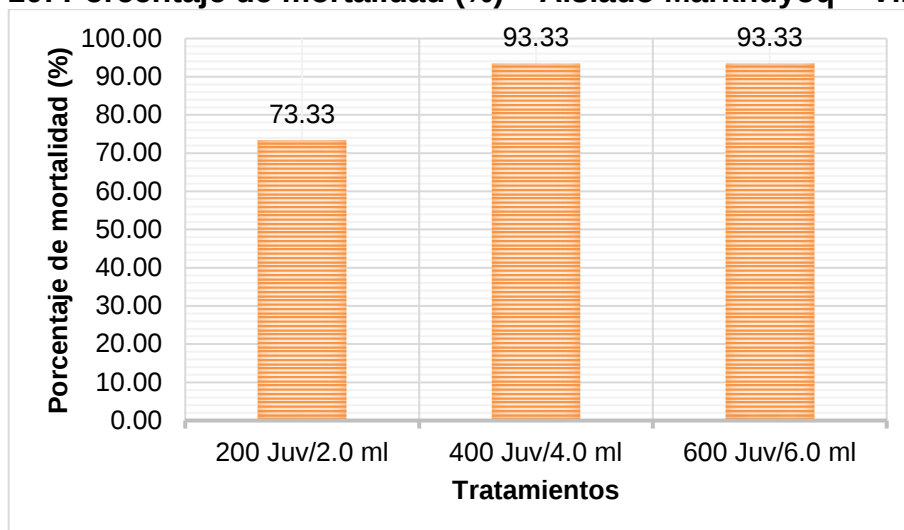
En la tabla 43 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo de los Andes muertas por unidad experimental luego de 10 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema sp*, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 72 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml con 7 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas se presentó en los dos tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

Tabla 44: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	90.00	60.00	70.00	73.33
T2	400 Juv/4.0 ml	90.00	90.00	100.00	93.33
T3	600 Juv/6.0 ml	80.00	100.00	100.00	93.33
Promedio					86.67

En la tabla 44 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo de los Andes como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba, en ella se observa que el promedio general fue de 86.67% de mortalidad. Comparando con otras investigaciones se tiene: **Caro et al., (2021)** evaluaron el control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*) utilizando nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema* con las dosis 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión encontraron como mejor promedio 91.7% de mortalidad, valor superior al de la presente investigación, **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y encontraron como mejor resultado 68% de mortalidad.

Gráfico 10: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Markhuyoq – Vilcabamba



En el gráfico 10 se observa que aritméticamente el tratamiento 600 juveniles infectivos en 6.0 ml presentó el promedio más alto con 93.33% de mortalidad, mientras que el tratamiento 200 juveniles/2.0 ml presentó el promedio más bajo con 73.33%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 45: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba

Fuentes de variabilidad	G.L.	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	2.508300	1.254150	3.040	5.14	10.92	NS	NS
Error	6.0	2.475509	0.412585					
Total	8.0	4.983809					CV	6.92%

El análisis de varianza (tabla 45) al 95 y 99% de confianza para el aislado procedente del Sector Markhuyoq, distrito de Vilcabamba, indicó que no se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes de la papa. Este resultado es igual al mencionado por **Caro et al., (2021)** quienes evaluaron los tratamientos: 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión y no encontraron diferencias significativas, igualmente **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y tampoco encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 6.49% valor considerado bajo, por tanto, los resultados pueden ser utilizados sin restricciones.

Tabla 46: Cantidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) muertas 10 días después de la infección – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición		
		I	II	III
T1	200 Juv/2.0 ml	8.00	9.00	10.00
T2	400 Juv/4.0 ml	9.00	10.00	10.00
T3	600 Juv/6.0 ml	7.00	8.00	7.00

En la tabla 46 se presenta la cantidad de larvas de gorgojo de los Andes muertas por unidad experimental luego de 10 días de ocurrido la infección con juveniles infectivos del nemátodo entomopatógeno de la especie *Steinernema* sp, en laboratorio, estos datos fueron obtenidos de la tabla 73 presentado en anexos. En la tabla se observa que la menor cantidad de larvas muertas se presentó en el tratamiento 600 juveniles/6.0 ml con 7 larvas, la mayor cantidad de larvas muertas

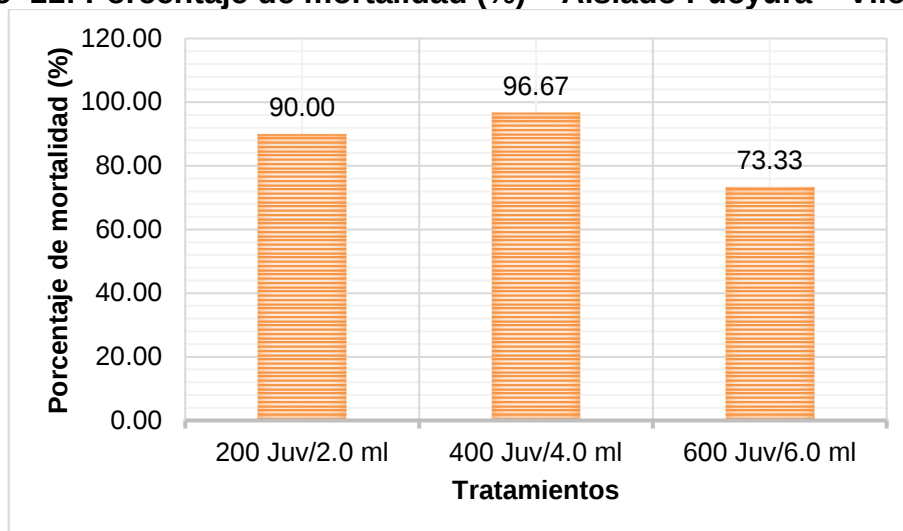
se presentó en los dos tratamientos, en este caso de las 10 larvas infectadas murieron como efecto de la infección del nemátodo 10 larvas.

Tabla 47: Porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) – Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba

Clave	Tratamiento	Repetición			Promedio
		I	II	III	
T1	200 Juv/2.0 ml	80.00	90.00	100.00	90.00
T2	400 Juv/4.0 ml	90.00	100.00	100.00	96.67
T3	600 Juv/6.0 ml	70.00	80.00	70.00	73.33
Promedio					86.67

En la tabla 47 se presenta el porcentaje de mortalidad de larvas del gorgojo de los Andes como consecuencia de la infección de nemátodos entomopatógenos procedentes del aislado obtenido de la muestra de suelo del Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba, en ella se observa que el promedio general fue de 86.67% de mortalidad. Comparando con otras investigaciones se tiene: **Caro et al., (2021)** evaluaron el control del gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax*) utilizando nemátodos entomopatógenos del género *Steinernema* con las dosis 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión encontraron como mejor promedio 91.7% de mortalidad, valor superior al de la presente investigación, **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y encontraron como mejor resultado 68% de mortalidad.

Gráfico 11: Porcentaje de mortalidad (%) – Aislado Pucyura – Vilcabamba



En el gráfico 11 se observa que aritméticamente el tratamiento 400 juveniles infectivos en 4.0 ml. presentó el promedio más alto con 96.67% de mortalidad, mientras que el tratamiento 600 juveniles/6.0 ml presentó el promedio más bajo con 73.33%, sin embargo, esta diferencia solo es aritmética, ya que según el análisis de varianza no se presentaron diferencias significativas al 95% de confianza.

Tabla 48: Análisis de varianza para porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce) – centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba

Fuentes de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Calc.	F tab.		Significancia	
					0.05	0.01	0.05	0.01
Tratamiento	2.0	2.578698	1.289349	8.097	5.14	10.92	Sig	NS
Error	6.0	0.955455	0.159242					
Total	8.0	3.534153					CV	4.30%

El análisis de varianza (tabla 48) al 95% de confianza para el aislado procedente del Sector centro poblado de Pucyura, distrito de Vilcabamba, indicó que se presentaron diferencias significativas entre los tres niveles de nemátodos entomopatógenos juveniles evaluados, mientras que un nivel de significancia mayor como es el 99% de confianza no se presentaron diferencias significativas, es decir la cantidad de nemátodos no afectó la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes de la papa. Este resultado es igual al mencionado por **Caro et al., (2021)** quienes evaluaron los tratamientos: 10, 100 y 1000 juveniles de nemátodos en 25 ml de suspensión y no encontraron diferencias significativas, igualmente **Argotti et al., (2022)** evaluaron la mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes vorax* Hustache) al ser infectados por nematodos entomopatógenos de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* y tampoco encontraron diferencias significativas. El coeficiente de variabilidad fue de 6.49% valor considerado bajo, por tanto, los resultados pueden ser utilizados sin restricciones.

6.3. Discusión general de resultados

Tabla 49: Porcentaje promedio de mortalidad por aislamiento y especie de plaga

N° de aislado	Procedencia de la muestra de suelo	<i>Cosmopolites sordidus</i> Germar	<i>Premnotrypes latithorax</i> Pierce
		Mortalidad (%)	Mortalidad (%)
1	Mandor Alto - Huayopata	87.78	88.89
2	Chinche (Chaquimayo) - Maranura	100.00	86.67
3	Huallpamayta - Maranura	94.44	86.67
4	Marampampa - Ocobamba	88.89	91.11
5	Markhuyoq - Vilcabamba	84.44	86.67
6	Pucyura - Vilcabamba	95.56	86.67
Promedio		91.85	87.78

En la tabla 48 se presenta el porcentaje promedio de mortalidad por aislamiento de nemátodos entomopatógenos y por especie de la larva infectada, en ella se observa que el aislado de juveniles de nemátodos entomopatógenos que fueron obtenidos de las muestras de suelo del sector de Chinche (Chaquimayo) del distrito de Maranura, La Convención tuvo la mortalidad más alta con 100%, es decir todas las larvas del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infestados por juveniles a nivel de laboratorio murieron, el aislado que tuvo menor efectividad fue el obtenido con la muestras de suelo procedentes del sector de Markhuyoq distrito de Echarati con 84.44%, para las larvas del gorgojo del plátano. En el caso de larvas del gorgojo de los Andes de la papa (*Premnotrypes latithorax* Pierce) el aislado obtenido de la muestra de suelo procedente del sector de Marampampa distrito de Ocobamba, tuvo la mortalidad más alta con 91.11%, seguido del aislado obtenido con las muestras del sector de Mandor Alto distrito de Huayopata, los demás aislados tuvieron el mismo porcentaje de mortalidad 86.67%.

Se puede concluir que los juveniles de nematodos entomopatógenos aislados de muestras de suelo de distritos de la provincia de La Convención se comportaron mejor para controlar las larvas del gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) mostrando un promedio general de mortalidad de 91.85% comparado con la mortalidad promedio general de 87.78% para larvas de gorgojo de los Andes de la papa (*Premnotrypes latithorax* Pierce).

Al comparar con resultados de otras investigaciones se tiene: en el caso de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar), Amador et al. (2015)

reportó un promedio general más bajo con 84.0%, Suárez (2023) reportó un promedio más alto con 100% de mortalidad y Sepulveda et al., (2008) mencionaron una mortalidad ligeramente mayor con 93%. En el caso de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce) Caro et al., (2021) mencionaron un promedio más alto con 95.8% y Argotti et al., (2022) reportaron un promedio inferior con 68.0% de mortalidad.

VII. CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

7.1. Conclusiones

1. El porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con tres dosis de suspensión de estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), en condiciones de laboratorio, presentó el promedio más bajo para el aislado obtenido con muestra de suelo del sector de Markhuyoq del distrito de Vilcabamba con 84.44%, mientras que el porcentaje de mortalidad más alto se obtuvo con el aislado obtenido de la muestra de suelo del sector Chinche (Chaquimayo) del distrito de Maranura con 100% de mortalidad.
2. El porcentaje de mortalidad de larvas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce) infectadas con tres dosis de suspensión de estados juveniles del nemátodo entomopatógeno (*Steinernema sp.*), en condiciones de laboratorio, presentó el promedio más bajo para los aislados obtenidos con muestras de suelo de los sectores: Chinche (Chaquimayo) del distrito de Maranura, Huallpamayta del distrito de Maranura, Markhuyoq y centro poblado Pucyura del distrito de Vilcabamba, con 86.67% de mortalidad, mientras que el porcentaje de mortalidad más alto se obtuvo con el aislado obtenido de la muestra de suelo del sector Marampampa del distrito de Ocobamba con 91.11% de mortalidad.

7.2. Sugerencias

1. Mediante trabajos de tesis, continuar con las evaluaciones con dosis diferentes al utilizado en la presente investigación.
2. Mediante trabajos de tesis comparar aislados procedentes de otras zonas cuyas muestras hayan sido obtenidos de campos con el mismo cultivo y de preferencia a la misma altitud.
3. Mediante tesis comparar aislados con nemátodos de la familia Steinernematidae y Heterorhabditidae infectando en condiciones de laboratorio larvas de gorgojo negro del plátano y gorgojo de los Andes.

.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón, J., & Jimenez, Y. (2012). *Manejo fitosanitario del cultivo de plátano*. Bogota, Colombia: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Alcalá, P., & Alcazar, J. (1976). *Biología y comportamiento de Premnotrypes suturicallus Kuschell (Col: Curculionidae)*. Huanuco, Perú: s/e.
- Amador, M., Molina, D., Guillen, C., Parajeles, E., Jimenez, K., & Uribe, L. (2015). *Utilización del nematodo entomopatógeno Heterorhabditis atacamensis CIA-NE07 en el control del picudo del banano Cosmopolites sordidus en condiciones in vitro*. Costa Rica: Agronomía Costarricense.
- Argotti, E., Benavides, S. M., Hernandez, C., Cazar, M., & Alcazar, J. (2022). *Evaluación de la patogenicidad de nemátodos entomopatógenos de los géneros Steinernema y Heterorhabditis en gusano blanco (Premnotrypes vorax Hustache) plaga de la papa (Solanum tuberosum L.) en Ecuador*. Sangolquí, Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas.
- Astudillo, P. (2005). *Evaluación de laboratorio de nemátodos entomopatógenos del género Diplogaster sobre Premnotrypes vorax Hustache (Coleoptera: Curculionidae)*. Cuenca, Ecuador: Universidad del Azuay.
- Basilio, E. (2018). *Aislamiento e identificación de nemátodos entomopatógenos en el distrito de Yanahuanca-Daniel Carrión*. Cerro de Pasco, Perú: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion.
- Calderón, R., Franco, J., Barea, O., Crespo, L., Esprella, R., Bejarano, C., . . . Casso, R. (2004). *Desarrollo de componentes del manejo integrado del gorgojo de los andes en el cultivo de papa en Bolivia*. Cochabamba, Bolivia: Fundación PROIMPA.
- Carballo, M. (2001). *Opciones para el manejo del picudo negro del plátano*. Costa Rica : CATIE, Turrialba.
- Caro, A., Yepez, D., & Soto, A. (2021). *Premnotrypes vorax Hustache (Coleoptera: Curculionidae) y su control con nemátodos entomopatógenos nativos*. Manizales, Colombia: Universidad de Caldas.
- Carrasco, F. (1961). *Sistemática y biología del gorgojo de los Andes Premnotrypes latithorax Pierce 1914 (Coleop: Curculionidae)*. Arequipa, Perú: s/e.

- Cedano, C. (2019). *Nematodos entomopatógenos nativos para el control de ninfas de (Proarna bergie) en espárrago, Paiján, La Libertad*. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Coyne, D., Nicol, J., & Claudius-Cole, B. (2007). *Nematología práctica: Una guía de campo y laboratorio*. México: International Institute of Tropical Agriculture.
- Egúskuiza, R. (2012). *Manejo integrado de plagas en papa*. Lima, Perú: Agrobanco.
- Garcia, M., Torres, A., & Ochoa, A. (2013). *Evaluación de nematodos entomopatógenos para el control del picudo de la piña en el estado Táchira Venezuela*. Tachira, Venezuela: Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
- Haro, A., Chisag, E., Ruíz, J., & Caicedo, J. (2024). *Tipos y clasificación de las investigaciones*. Asunción, Paraguay : Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades.
- Ibañez, P. (2005). *Informativo sanitario*. Santiago, Chile : Gobierno de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero .
- Larriva, W., & Bravo, C. (2005). *Nemátodos entomopatogénicos*. Cuenca, Ecuador: Estación Experimental Chuquipata.
- Loayza, A. (2021). *Patrones de distribución del gorgojo de los Andes (Premnotrypes Spp., Coleoptera, Curculionidae, Entiminae) en la región andina del Cusco*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Lopez, G. (2017). *Control biológico de Cosmopolites sordidus (Curculionidae) con Herterorhabditis bacteriophora y Beuaveria bassiana en el cultivo de banano, Ocos, San Marcos*. Guatemala: Universidad Rafael Landivar.
- Loreto, M., & Andrés, F. (2009). *Nemátodos entomopatógenos: Eficiente apuesta en el control biológico de plagas*. Chilla, Chile : Centro Tecnológico de Control Biológico .
- Mathios, M., Pashanasi, B., Aponte, A., Alcázar, J., & Saire, L. (2022). *Aislamiento e identificación de nematodos entomopatógenos nativos en diferentes sistemas de uso del suelo en Yurimaguas*. Yurimaguas, Perú : Universidad Nacional Autónoma de Alto Amazonas.
- Merchan, M. (2002). *Manejo integrado de plagas del plátano y el banano*. Manizales, Colombia: Asociación Bananeros de Colombia.

- Morton, A. (2009). *Los nemátodos entomopatógenos (Rhabditida: Steinernematidae y Heterorhabditidae) para el control del gusano cabezudo, Capnodis tenebrionis (Coleoptera: Buprestidae)*. Barcelona, España: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Olivares, N., Guzman, A., & Rodriguez, F. (2018). *Cosmopolites sordidus, en el cultivo de la habana*. Santiago, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA -La Cruz.
- Polack, L., Lecuona, R., & López, S. (2020). *Control biológico de plagas en horticultura*. Buenos Aires, Argentina : Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- Riojas, J. (2025). *Exploración e Identificación molecular de nematodos entomopatógenos en áreas representativas de bosques de algarrobo (Neltuma spp.) en Tumbes*. Tumbes, Perú: Universidad Nacional de Tumbes.
- Rodas, J., & Cueva, R. (2023). *Caracterización ecológica de tres cepas (PM10, PC9, SV19) de nemátodos entomopatógenos nativos del departamento de Lambayeque, 2021*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo .
- Rodriguez, M. (2019). *Caracterización de aislados nativos de nemátodos entomopatógenos y uso potencial contra Spodoptera frugiperda*. Mangua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Rojas, J. (2013). *Manejo integrado de plagas y enfermedades en banano orgánico y convencional*. Morropón, Piura: Agrobanco .
- Saenz, A. (2005). *Importancia de los nematodos entomopatógenos para el control biológico de plagas en palma de aceite*. Bogotá, Colombia: Cenipalma.
- Sanidad Agrícola Econex . (2022). *El picudo negro de la platanera*. Murcia, España : Sanidad Agrícola Econex S.L. .
- Sepulveda, P., Lopez, J., & Soto, A. (2008). *Efecto de dos nemátodos entomopatógenos sobre Cosmopolites sordidus (Coleoptera: Dryophthoridae)*. Bogotá, Colombia: Revista Colombiana de Entomología.
- Suárez, M. (2023). *Biocontrol de picudo negro (Cosmopolites sordidus) mediante nemátodos entomopatógenos (Steinernema feltiae) en banano, el Triunfo-Guayas*. Guayaquil, Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador .

- Tisoc, I. (1989). *Ciclo biológico de Premnotypes latithorax, bajo condiciones de laboratorio en el Cusco* . Cusco, Perú : Revista Peruana de Entomología .
- Tisoc, I. (1989). *Ciclo biológico del gorgojo de los Andes Premnotypes latithorax (Pierce 1914) (Coleoptera - Curculionidae) en condiciones de laboratorio*. Cusco, Perú: Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.
- Unversidad de California. (2017). *Microorganismos entomopatógenos: modos de acción y función en el manejo integrado de plagas (MIP)*. California, USA: Unversidad de California.
- Uribe, M., Muñoz, J., & Riascos, D. (2020). *Nemátodos entomopatógenos una alternativa para el control de los picudos del plátano*. Palmiro, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXO 1: PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 4: Identificación de parcelas de muestreo:

A: sector Mandor Alto, Huayopata, B: sector Huallpamayta, Maranura, C: sector Markhuyoq, Vilcabamba.



Fotografía 5: Obtención de submuestras de suelo:

A: sector Mandor Alto, Huayopata, B: Chinche (Chaquimayo), Maranura



Fotografía 6: Obtención de muestras de suelo:

A: sector Huallpamayta, Maranura, B: Puente Echarati, Echarati



Fotografía 7: Obtención de submuestras de suelo:
A: sector Marampampa, Ocobamba, B: Sector Markhuyoq, Vilcabamba



Fotografía 8: Obtención de submuestras de suelo:
A: sector Suyllucuyoc, Quellouno, B: Chinche Playa, Maranura



Fotografía 9: Obtención de submuestras de suelo:
A: sector Pucyura, Vilcabamba, B: Collpani Alto, Maranura



Fotografía 10: Obtención de submuestras de suelo:
A: sector Delicias, Echarati, B: Chaupimayo, Echarati



Fotografía 11: Obtención de la muestra compuesta:
A: tamizado de submuestras, B: Pesado de muestras compuestas,
C: empaquetado y etiquetado



Fotografía 12: Recolección de larvas de *Galleria mellonella* L.:
A: inspección de colmenas, B: adulto de *Galleria mellonella* L.



Fotografía 13: Recolección y crianza de larvas de *Galleria mellonella* L.:
A: recolección de larvas, B: Sustrato alimenticio para *Galleria mellonella* L.



Fotografía 14: Crianza de larvas de *Galleria mellonella* L.:
A: recolección de larvas, B: Larvas de *Galleria mellonella* L.



Fotografía 14: Captura de nemátodos entomopatógenos
A: Envasado de muestras de suelo B: Humedeciendo muestras de suelo



Fotografía 15: Captura de nemátodos entomopatógenos:
A: Distribución de larvas de *Galleria mellonella* L. en las muestras de suelo



Fotografía 16: Captura de nemátodos entomopatógenos:
A: Tapado de larvas en las muestras de suelo, B: Revisión de larvas muertas



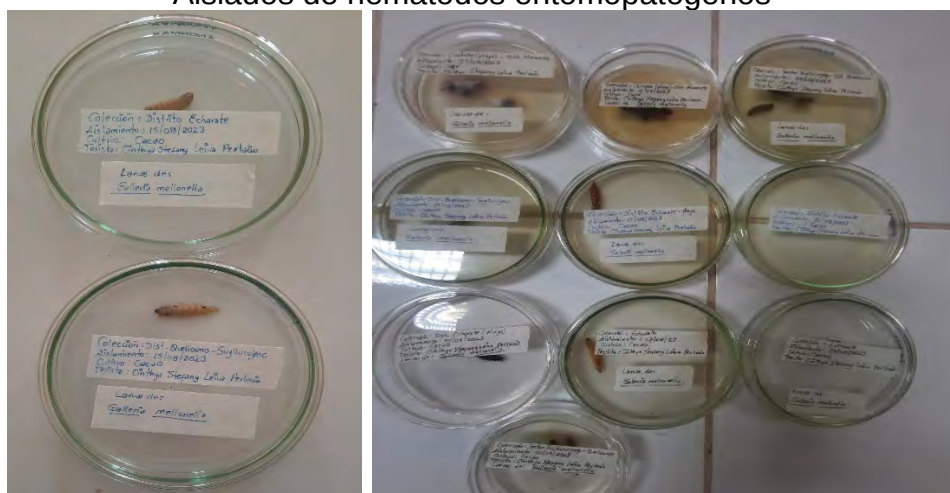
Fotografía 17: Captura de nemátodos entomopatógenos:
Extracción de larvas de *Galleria mellonella* L. muertas por nemátodos



Fotografía 18: Captura de nemátodos entomopatógenos:
A: Desinfección de larvas, B: Ubicando larvas muertas en trampas White modificada



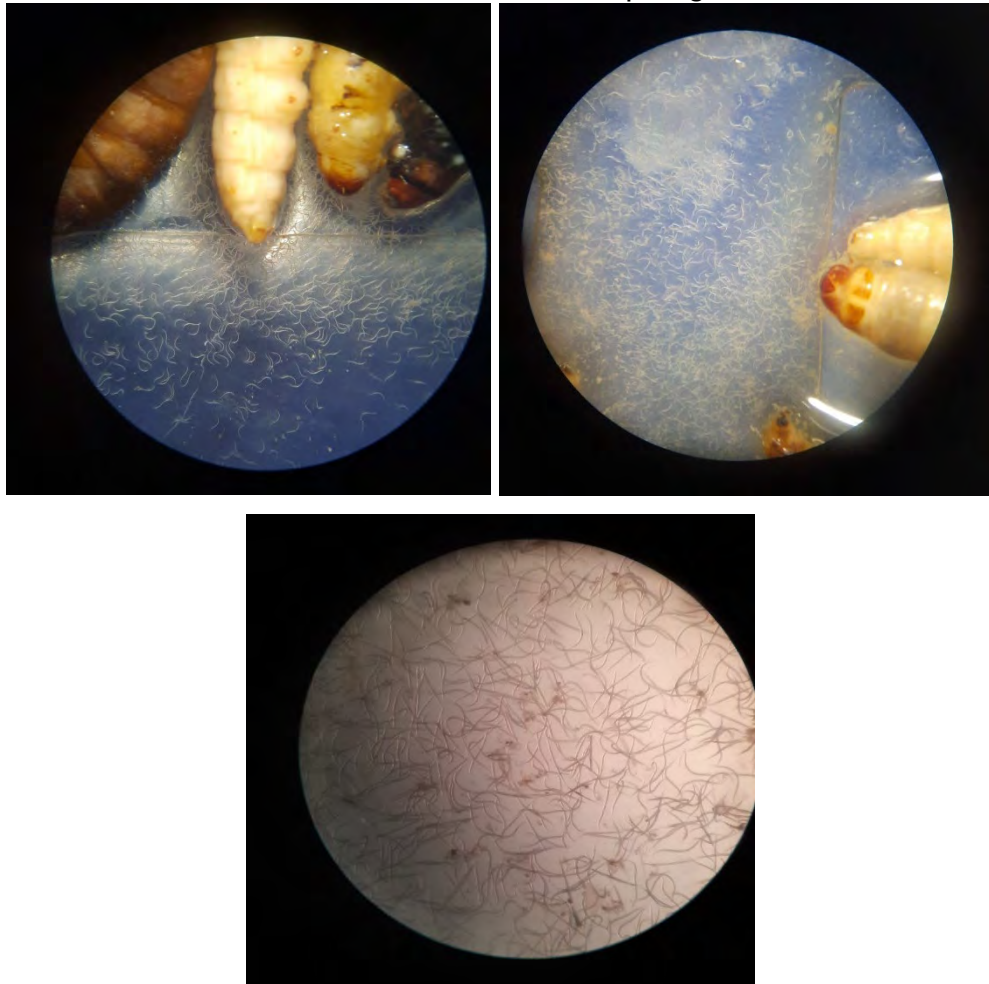
Fotografía 19: Captura de nemátodos entomopatógenos:
Aislados de nemátodos entomopatógenos



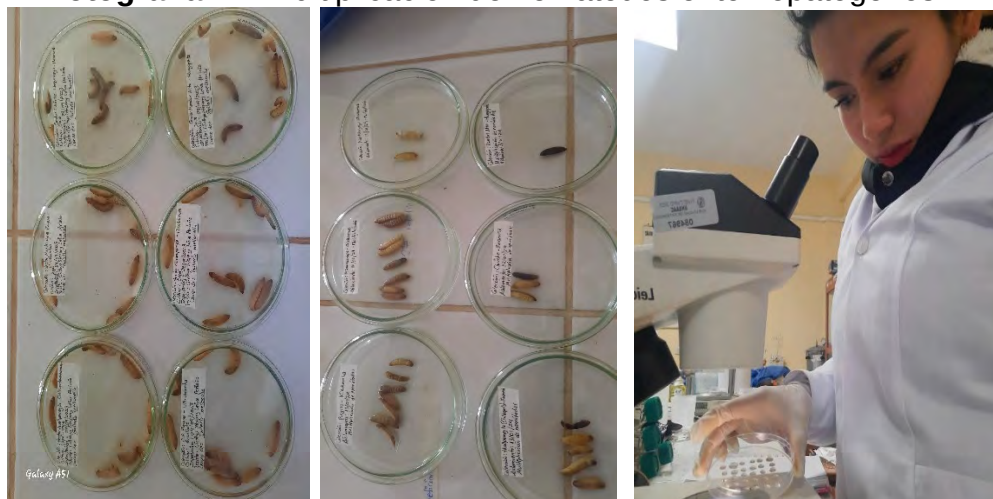
Fotografía 20: Captura de nemátodos entomopatógenos:
Verificación de existencia de nemátodos entomopatógenos



Fotografía 21: Captura de nemátodos entomopatógenos:
Vista de nemátodos entomopatógenos



Fotografía 22: Multiplicación de nemátodos entomopatógenos:



Fotografía 23: Prueba de patogenicidad de nemátodos entomopatógenos:
 Conteo directo de nemátodos para infectar larvas de *Galleria mellonella* L.



Fotografía 24: Prueba de patogenicidad de nemátodos entomopatógenos:
 Larvas de *Galleria mellonella* L. infectadas con nemátodos entomopatógenos:



Fotografía 25: Recolección de larvas de gorgojo negro del plátano:
A: Larvas de gorgojo negro del plátano, B: Plantación comercial de plátano



Fotografía 26: Recolección de larvas de gorgojo negro del plátano:
A: Larvas de gorgojo negro del plátano, B: Acomodo de larvas para traslado



Fotografía 27: Recolección de larvas de gorgojo negro del plátano:
Desinfección y oreado de larvas de gorgojo negro del plátano



Fotografía 28: Infección de larvas de gorgojo negro del plátano con nemátodos entomopatógenos



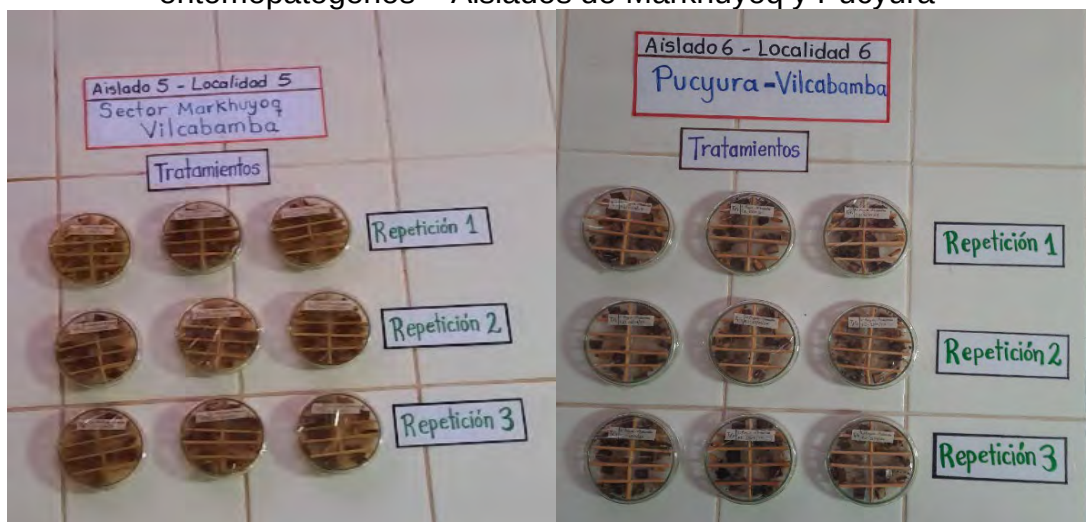
Fotografía 29: Infección de larvas de gorgojo negro del plátano con nemátodos entomopatógenos – Aislados de Mandor Alto y Chinche (Chaquimayo)



Fotografía 30: Infección de larvas de gorgojo negro del plátano con nemátodos entomopatógenos – Aislados de Huallpamayta y Marampampa



Fotografía 31: Infección de larvas de gorgojo negro del plátano con nemátodos entomopatógenos – Aislados de Markhuyog y Pucyura



Fotografía 32: Infección de larvas de gorgojo negro del plátano:
A: Cobertura con plástico negro, B: Inspección y conteo de larvas muertas



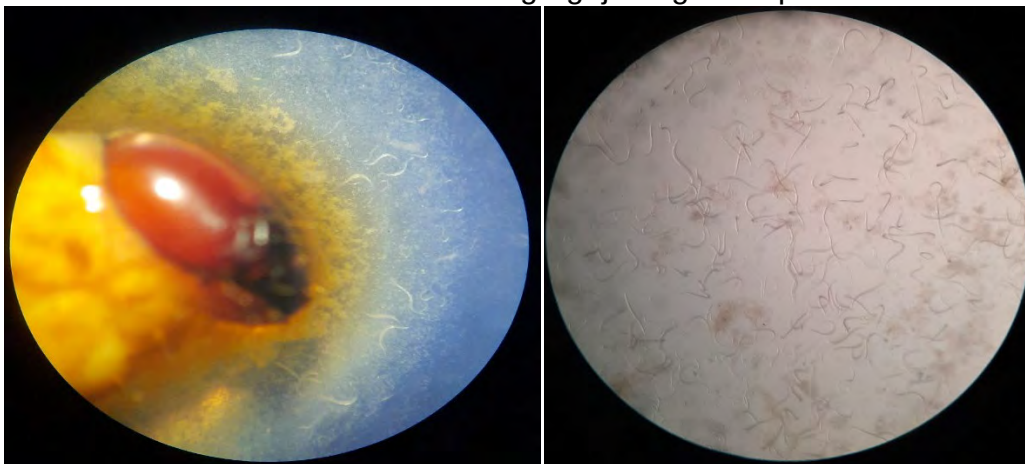
Fotografía 33: Infección de larvas de gorgojo negro del plátano:
A: Desinfección y oreado de larvas muertas, B: Ubicando larvas muertas en trampas White modificada



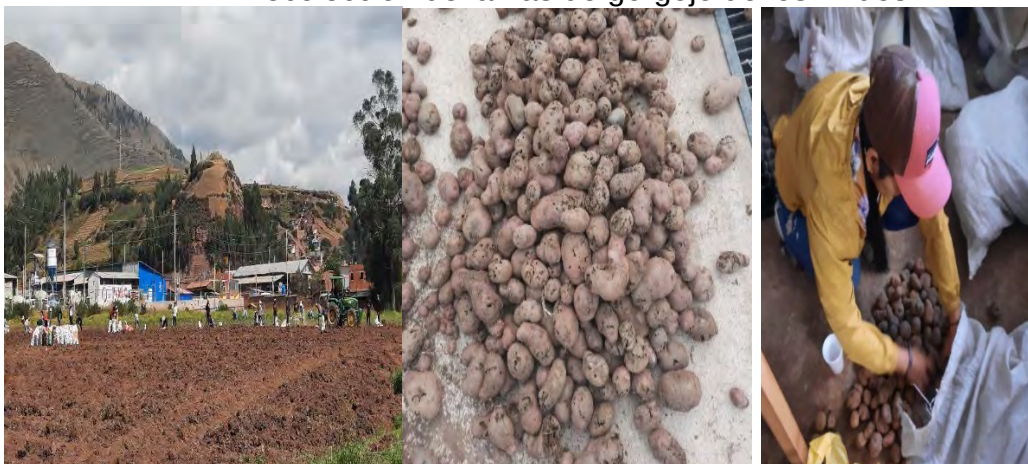
Fotografía 34: Inspección bajo estereoscopio de nemátodos entomopatógenos en larvas infectadas de gorgojo negro del plátano



Fotografía 35: Vista bajo estereoscopio de nemátodos entomopatógenos en larvas infectadas de gorgojo negro del plátano



Fotografía 36: Infección de larvas de gorgojo de los Andes:
A: Recolección de larvas de gorgojo de los Andes



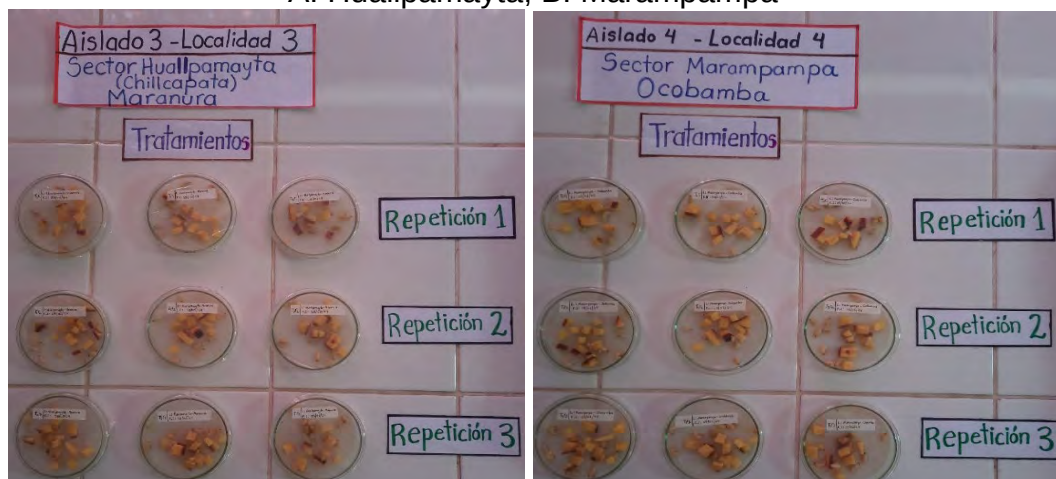
Fotografía 37: Infección de larvas de gorgojo de los Andes:
A: Tubérculos afectados por la plaga, B: Larvas de gorgojo de los Andes



Fotografía 38: Infección de larvas de gorgojo de los Andes:
A: Mandor Alto, B: Chinche (Chaquimayo)



Fotografía 39: Infección de larvas de gorgojo de los Andes:
A: Huallpamayta, B: Marampampa



Fotografía 40: Infección de larvas de gorgojo de los Andes:
A: Markhuyog, B: Pucyura



Fotografía 41: Verificación de presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas infectadas de gorgojo de los Andes



Fotografía 42: Inspección bajo estereoscopio y vista de nemátodos entomopatógenos en larvas infectadas de gorgojo e los Andes



ANEXO 2: RESULTADOS DE EVALUACIONES

Tabla 50: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas														
		04/03/2024	05/03/2024	06/03/2024	07/03/2024	08/03/2024	09/03/2024	10/03/2024	11/03/2024	12/03/2024	13/03/2024	14/03/2024	15/03/2024	16/03/2024	17/03/2024	18/03/2024
200 Juv/2.0 ml	I	0	1	1	1	1	2	0	1	1	1	1	0	0	0	0
	II	0	2	2	0	0	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0
	III	3	1	2	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1
400 Juv/4.0 ml	I	1	2	2	0	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	II	2	1	1	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	3	2	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	2	0	0	1	1	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0
	II	2	3	3	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	3	2	1	0	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 51: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas														
		10/03/2024	11/03/2024	12/03/2024	13/03/2024	14/03/2024	15/03/2024	16/03/2024	17/03/2024	18/03/2024	19/03/2024	20/03/2024	21/03/2024	22/03/2024	23/03/2024	24/03/2024
200 Juv/2.0 ml	I	2	2	0	2	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	II	1	0	1	3	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	III	1	0	2	2	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1
400 Juv/4.0 ml	I	2	0	1	3	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	II	1	1	3	0	0	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0
	III	2	1	0	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	1
600 Juv/6.0 ml	I	2	2	1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0
	II	3	1	1	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	2	0	1	1	0	2	0	1	0	0	0	3	0	0	0

Tabla 52: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas														
		22/03/2024	23/03/2024	24/03/2024	25/03/2024	26/03/2024	27/03/2024	28/03/2024	29/03/2024	30/03/2024	31/03/2024	01/04/2024	02/04/2024	03/04/2024	04/04/2024	05/04/2024
200 Juv/2.0 ml	I	0	1	2	3	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0
	II	0	1	1	2	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	1	1	2	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1
400 Juv/4.0 ml	I	0	0	3	1	2	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	II	1	4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	III	0	3	3	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	1
	II	0	0	0	2	0	2	1	0	0	0	3	0	1	0	1
	III	0	0	6	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Tabla 53: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas														
		19/04/2024	20/04/2024	21/04/2024	22/04/2024	23/04/2024	24/04/2024	25/04/2024	26/04/2024	27/04/2024	28/04/2024	29/04/2024	30/04/2024	01/05/2024	02/05/2024	03/05/2024
200 Juv/2.0 ml	I	1	0	0	1	0	1	2	0	0	0	1	2	1	0	1
	II	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	5	2	0	0
	III	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	1	0	3	0
400 Juv/4.0 ml	I	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2	1	2
	II	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	1	0
	III	0	0	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	2	2	0
600 Juv/6.0 ml	I	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0
	II	0	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	1	0	1	0
	III	1	0	2	0	1	2	0	0	0	1	0	1	0	2	0

Tabla 54: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoq – Distrito de Vilcabamba

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas														
		21/04/2024	22/04/2024	23/04/2024	24/04/2024	25/04/2024	26/04/2024	27/04/2024	28/04/2024	29/04/2024	30/04/2024	01/05/2024	02/05/2024	03/05/2024	04/05/2024	05/05/2024
200 Juv/2.0 ml	I	1	0	2	1	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	II	0	0	2	1	0	0	1	4	0	1	0	1	0	0	0
	III	1	0	2	1	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1
400 Juv/4.0 ml	I	3	0	1	0	1	0	0	1	0	2	1	0	0	0	1
	II	0	0	1	1	2	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0
	III	1	1	1	2	0	0	1	2	0	0	0	1	0	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	0	0	2	1	0	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0
	II	1	0	0	0	2	1	0	0	2	2	2	0	0	0	0
	III	0	1	1	1	0	0	2	1	0	3	0	0	0	0	0

Tabla 55: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas														
		24/04/2024	25/04/2024	26/04/2024	27/04/2024	28/04/2024	29/04/2024	30/04/2024	01/05/2024	02/05/2024	03/05/2024	04/05/2024	05/05/2024	06/05/2024	07/05/2024	08/05/2024
200 Juv/2.0 ml	I	0	1	1	3	0	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0
	II	2	2	3	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	III	0	3	1	0	0	1	3	0	1	0	0	1	0	0	0
400 Juv/4.0 ml	I	1	1	3	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0
	II	0	1	0	1	0	0	4	0	2	0	0	0	0	0	2
	III	1	1	1	1	0	0	2	0	1	0	0	1	1	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	0	1	2	2	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
	II	0	1	1	1	1	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0
	III	1	1	2	0	0	0	2	2	1	0	0	1	0	0	1

Tabla 56: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas									
		26/05/202	27/05/202	28/05/202	29/05/202	30/05/202	31/05/202	01/06/202	02/06/202	03/06/202	04/06/202
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
200 Juv/2.0 ml	I	0	1	4	0	3	1	0	0	0	1
	II	0	3	4	0	1	0	2	0	0	0
	III	0	2	3	0	3	2	0	0	0	0
400 Juv/4.0 ml	I	1	1	3	1	2	0	1	1	0	0
	II	3	0	2	1	1	2	1	0	0	0
	III	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	5	1	2	0	1	1	0	0	0	0
	II	3	3	2	1	1	0	0	0	0	0
	III	1	5	2	1	1	0	0	0	0	0

Tabla 57: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura

Tratamiento	Repetición	Cantidad de larvas muertas									
		26/05/202	27/05/202	28/05/202	29/05/202	30/05/202	31/05/202	01/06/202	02/06/202	03/06/202	04/06/202
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
200 Juv/2.0 ml	I	0	2	3	3	0	0	1	1	0	0
	II	1	2	3	1	0	1	2	0	0	0
	III	0	2	4	2	0	1	1	0	0	0
400 Juv/4.0 ml	I	2	1	0	1	3	2	1	0	0	0
	II	1	0	4	3	2	0	0	0	0	0
	III	0	1	3	2	2	0	2	0	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	1	2	2	1	3	1	0	0	0	0
	II	3	1	3	2	0	1	0	0	0	0
	III	1	4	2	2	1	0	0	0	0	0

Tabla 58: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura

Tratamiento	Repeticio n	Cantidad de larvas muertas									
		29/05/202	30/05/202	31/05/202	01/06/202	02/06/202	03/06/202	04/06/202	05/06/202	06/06/202	07/06/202
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
200 Juv/2.0 ml	I	0	0	1	4	2	0	3	0	0	0
	II	0	1	0	2	1	1	1	4	0	0
	III	0	0	2	3	1	3	0	1	0	0
400 Juv/4.0 ml	I	0	1	2	3	2	0	1	1	0	0
	II	0	2	0	4	2	2	0	0	0	0
	III	0	2	2	3	2	1	0	0	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	0	0	0	1	1	0	3	0	2	3
	II	1	1	0	3	2	0	0	3	0	0
	III	0	1	0	1	1	1	1	3	0	2

Tabla 59: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotypes latithorax* Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba

Tratamiento	Repeticio n	Cantidad de larvas muertas									
		06/06/202	07/06/202	08/06/202	09/06/202	10/06/202	11/06/202	12/06/202	13/06/202	14/06/202	15/06/202
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
200 Juv/2.0 ml	I	0	1	1	1	1	3	1	1	1	0
	II	0	0	0	4	3	3	0	0	0	0
	III	0	1	1	4	3	1	0	0	0	0
400 Juv/4.0 ml	I	0	2	1	2	0	2	2	1	0	0
	II	0	2	0	3	1	1	1	1	1	0
	III	0	2	0	2	3	2	1	0	0	0
600 Juv/6.0 ml	I	0	1	0	4	1	3	1	0	0	0
	II	0	2	1	2	1	1	1	1	1	0
	III	0	3	1	2	2	1	0	1	0	0

Tabla 60: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoc – Distrito de Vilcabamba

Tratamiento	Repeticio n	Cantidad de larvas muertas									
		26/06/202	27/06/202	28/06/202	29/06/202	30/06/202	01/07/202	02/07/202	03/07/202	04/07/202	05/07/202
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
200 Juv/2.0 ml	I	1	0	2	1	2	2	0	1	1	0
	II	0	1	1	1	3	3	1	0	0	0
	III	1	2	2	1	2	1	0	0	1	0
400 Juv/4.0 ml	I	1	0	0	0	3	2	2	0	2	0
	II	1	0	2	2	2	1	1	0	0	0
	III	1	1	2	1	1	1	0	1	1	0
600 Juv/6.0 ml	I	0	0	3	3	2	1	0	0	1	0
	II	2	0	1	1	3	1	2	0	0	0
	III	0	1	1	1	4	1	2	0	0	0

Tabla 61: Inspección y conteo de larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba

Tratamiento	Repeticio n	Cantidad de larvas muertas									
		26/06/202	27/06/202	28/06/202	29/06/202	30/06/202	01/07/202	02/07/202	03/07/202	04/07/202	05/07/202
		4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
200 Juv/2.0 ml	I	1	1	1	1	2	2	1	0	1	0
	II	0	1	0	2	3	3	1	0	0	0
	III	2	2	1	1	2	1	0	0	1	0
400 Juv/4.0 ml	I	0	1	3	0	2	1	1	0	1	1
	II	0	0	3	0	2	2	2	0	1	0
	III	1	1	1	2	0	2	1	0	1	1
600 Juv/6.0 ml	I	0	1	2	2	3	1	1	0	0	0
	II	2	3	1	0	1	1	0	0	2	0
	III	0	1	2	2	1	1	0	1	1	1

Tabla 62: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	X	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	X	O	O	O	O
3	O	X	O	O	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	X	O	X	O	O	O	O	O
6	O	O	X	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	X	O	X	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	X	O	O	O	O	O	O	O	O
10	X	X	O	O	O	O	O	O	O
O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos									
T1:	200 Juv/2.0 ml		T2:	400 Juv/4.0 ml		T3:	600 Juv/6.0 ml		

Tabla 63: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O	O	O	O	O
O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos									
T1:	200 Juv/2.0 ml		T2:	400 Juv/4.0 ml		T3:	600 Juv/6.0 ml		

Tabla 64: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	O	O	X	O
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	X	O
8	O	O	O	O	O	O	X	X	O
9	O	O	O	O	O	O	O	X	O
10	O	O	O	O	O	O	O	O	O

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

Tabla 65: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4	X	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	O	O	O	O
6	X	O	O	X	O	O	O	O	O
7	X	X	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	X	O	O
9	O	O	O	X	O	O	O	X	O
10	O	X	O	O	O	X	O	O	O

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

Tabla 66: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoq – Distrito de Vilcabamba

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	X	O	O	X	O	O	O
3	O	O	O	O	O	X	O	O	O
4	O	O	X	O	O	O	X	O	O
5	O	X	X	O	O	O	O	O	O
6	X	O	O	O	O	O	O	O	O
7	X	O	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	X	O	O	O
9	O	O	O	X	O	O	X	O	O
10	O	O	O	X	O	O	O	X	O
O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos									
T1:	200 Juv/2.0 ml		T2:	400 Juv/4.0 ml		T3:	600 Juv/6.0 ml		

Tabla 67: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo negro del plátano (*Cosmopolites sordidus* Germar) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	X	O	O	O	O
2	X	O	O	O	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O	O	O	O	O
10	O	O	O	O	O	O	X	X	O
O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos									
T1:	200 Juv/2.0 ml		T2:	400 Juv/4.0 ml		T3:	600 Juv/6.0 ml		

Tabla 68: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectadas con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Mandor Alto – Distrito de Maranura

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	X	X	O	O	O
9	X	O	O	X	O	X	O	O	O
10	X	O	O	X	X	X	X	O	O

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

Tabla 69: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Chinche (Chaquimayo) – Distrito de Maranura

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	X	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	O	O	X	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	O	O	X	X	O	O	X	O
6	O	O	O	X	O	X	O	O	O
7	O	O	O	O	X	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	X	O	O	O	O	O	O	O	O
10	X	X	O	O	O	O	X	O	O

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

Tabla 70: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Huallpamayta – Distrito de Maranura

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	O
2	O	O	O	O	X	X	O	X	X
3	O	O	O	X	O	X	O	O	O
4	O	O	O	O	X	O	O	O	O
5	O	O	O	O	O	O	O	X	O
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O	O	O	X	O
10	X	X	X	O	O	O	O	O	O

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

Tabla 71: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Marampampa – Distrito de Ocobamba

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	X	X
2	O	O	O	O	O	O	O	X	O
3	X	O	O	O	O	O	O	O	X
4	O	O	O	O	O	O	O	O	X
5	O	O	O	O	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	O	O	O	O	O	X	O	O	O
10	O	O	O	O	O	X	O	O	O

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

Tabla 72: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector Markhuyoq – Distrito de Vilcabamba

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	X	X	X	O	O	O	O
2	O	O	O	O	O	O	X	O	O
3	O	X	O	X	O	O	O	O	O
4	O	O	O	X	O	O	X	O	O
5	O	O	O	O	O	O	O	O	O
6	O	O	O	O	O	O	O	O	O
7	O	O	O	O	O	O	X	O	O
8	O	O	O	O	O	O	O	O	O
9	O	O	O	X	O	O	O	O	O
10	X	O	X	O	O	O	O	O	O

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

Tabla 73: Verificación de la presencia de nemátodos entomopatógenos en larvas muertas de gorgojo de los Andes (*Premnotrypes latithorax* Pierce) infectados con nemátodos entomopatógenos aislado del Sector centro poblado de Pucyura – Distrito de Vilcabamba

N° de larva	Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3		
	T1	T2	T3	T1	T2	T3	T1	T2	T3
1	O	O	O	O	O	O	O	O	X
2	O	O	O	O	O	O	O	O	O
3	O	O	O	O	O	O	O	O	O
4	O	O	O	O	O	O	O	O	O
5	O	O	X	O	O	X	O	O	X
6	X	X	O	O	O	O	O	O	O
7	X	O	X	O	O	O	O	O	O
8	O	O	O	X	O	O	O	O	O
9	O	O	X	O	O	X	O	O	O
10	O	O	O	O	O	O	O	O	X

O = Presencia de nemátodos entomopatógenos X = Ausencia de nemátodos entomopatógenos

T1:	200 Juv/2.0 ml	T2:	400 Juv/4.0 ml	T3:	600 Juv/6.0 ml
------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------