

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

AUTORA: Montes Espinoza, Tania Stephany

ASESOR: Cajahuanca Torres, Raúl

HUÁNUCO – PERÚ

2025

**U**  
**D**  
**H**

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Biotecnología y Nanotecnología**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)****CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ciencias agrícolas**Sub área:** Biotecnología agrícola**Disciplina:** Biotecnología agrícola, Biotecnología alimentaria**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72487975

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22511841

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-5671-1907

**DATOS DE LOS JURADOS:**

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeon Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Bonifacio Munguia, Jonathan Oscar	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	46378040	0000-0002-3013-8532

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 24 del mes de noviembre del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

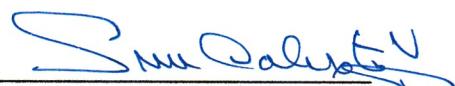
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2528-2025-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: “**EFICACIA DE LA NEBULIZACIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) EN EL CONTROL DE ÁCAROS (*Varroa destructor*) DE LAS COLMENAS DE ABEJAS (*Apis mellifera*) TAMBOPATA, MADRE DE DIOS, 2025**”, presentado por el (la) Bach. **MONTES ESPINOZA, TANIA STEPHANY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADA... Por UNANIMIDAD... con el calificativo cuantitativo de 17.... y cualitativo de Muy Bueno.... (Art. 47)

Siendo las 16:30 horas del día 24 del mes de NOVIEMBRE del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas  
DNI: 22471306  
ORCID: 0000-0002-5114-4114  
Presidente



Mg. Frank Erick Camara Llanos  
DNI: 44287920  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Secretario



Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguia  
DNI: 46378040  
ORCID: 0000-0002-3013-8532  
Vocal



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: TANIA STEPHANY MONTES ESPINOZA, de la investigación titulada "EFICACIA DE LA NEBULIZACIÓN CON DIFERENTES DOSIS DE ORÉGANO (ORIGANUM VULGARE) EN EL CONTROL DE ÁCAROS (VARROA DESTRUCTOR) DE LAS COLMENAS DE ABEJAS (APIS MELLIFERA) TAMBOPATA, MADRE DE DIOS, 2025", con asesor(a) RAUL CAJAHUANCA TORRES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2036-2024-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 16 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 05 de noviembre de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

# 275. TANIA STEPHANY MONTES ESPINOZA.docx

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>16%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>16%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>6%</b> PUBLICACIONES	<b>4%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

## FUENTES PRIMARIAS

1	<b>repositorio.unsa.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
2	<b>Submitted to espam</b> Trabajo del estudiante	<b>2%</b>
3	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
4	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
5	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA  
D.N.I.: 71345687  
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien me sostuvo cuando mis fuerzas flaquearon y me brindó valor para levantarme una y otra vez.

A mis padres Nancy y Jorge, por cada sacrificio silencioso, que, aunque enfrentaron carencias y momentos difíciles en su infancia me dieron lo mejor de sí mismos, este logro es fruto de su amor, entrega y fe en mí.

A mi compañero de vida Nahud, por la paciencia y la constante motivación para ser mejor cada día.

Y mi compañero felino Tom, quien me brindó amor sincero, compañía cuando más lo necesitaba y ese ronroneo que alivió los días difíciles.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, deseo manifestar mi agradecimiento a Dios por permitirme culminar esta etapa y brindarme resiliencia en cada paso.

Mostrar mi gratitud a mis queridos padres quienes hicieron sacrificios silenciosos, pero eternamente presentes, gracias por las renuncias que hicieron, los esfuerzos que callaron, las noches de desvelo y que, aunque el camino no siempre les ofreció lo que merecían ustedes me brindaron lo mejor; hoy concluyo este paso de mi vida con la esperanza de ponerlos orgullosos, con la convicción de que todo este esfuerzo tiene un rostro, que son ustedes; este logro no es solo mío, es el nuestro.

Agradecer a mi asesor, el Mg. Raúl Cajahuanca Torres por su constante motivación, apoyo y orientación a lo largo de este camino, por las palabras de aliento que siempre llegaban en el momento indicado, recordándome que rendirse no es una opción, por transmitirme confianza de que sí lograríamos culminar esta etapa.

Asimismo, agradecer a los docentes de mi Universidad quienes me impulsaron a seguir adelante y encontrar soluciones donde parecía no haberlas; gracias por su apoyo para completar este trabajo con orgullo.

Y finalmente dedicar un espacio especial en estos agradecimientos a mi compañero de cuatro patas Tom, que, aunque no comprenda mi investigación su lealtad y amor incondicional ha sido mi ancla emocional; este logro también es tuyo porque has sido mi motivación silenciosa.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURA .....	VIII
RESUMEN .....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN .....	XI
CAPÍTULO I .....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	13
1.1.DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	13
1.2.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2.1.PROBLEMA GENERAL.....	14
1.2.2.PROBLEMA ESPECÍFICO .....	14
1.3.OBJETIVOS.....	15
1.3.1.OBJETIVO GENERAL.....	15
1.3.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4.JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.4.1.A NIVEL TEÓRICO.....	16
1.4.2.NIVEL PRÁCTICO .....	16
1.4.3.A NIVEL METODOLÓGICO .....	16
1.5.LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.6.VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1.ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1.ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	19
2.1.2.ANTECEDENTES NACIONALES.....	21

2.1.3.ANTECEDENTES LOCALES .....	22
2.2.BASES TEÓRICAS.....	22
2.2.1.ABEJA ( <i>APIS MELLÍFERA</i> ) .....	22
2.2.2.ÁCARO ( <i>VARROA DESTRUCTOR</i> ).....	24
2.2.3.VARROASIS:.....	29
2.2.4.TRATAMIENTO .....	30
2.2.5.MODO DE ACCIÓN DE UN ACARICIDA.....	31
2.2.6.FORMAS DE APLICACIÓN DE UN ACARICIDA.....	33
2.2.7.ORÉGANO ( <i>ORIGANUM VULGARE</i> ) .....	36
2.3.DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	38
2.4.HIPÓTESIS.....	40
2.4.1.HIPÓTESIS GENERAL.....	40
2.4.2.HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	40
2.5.VARIABLES .....	40
2.5.1.VARIABLE DEPENDIENTE .....	40
2.5.2.VARIABLE INDEPENDIENTE .....	41
2.6.OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:.....	42
CAPÍTULO III .....	43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	43
3.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.1.1.ENFOQUE .....	43
3.1.2.ALCANCE O NIVEL.....	43
3.1.3.DISEÑO .....	43
3.1.4.POBLACIÓN Y MUESTRA .....	43
3.2.TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO.....	44
3.2.1.TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	44
3.2.2.PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS DATOS .....	48
3.2.3.PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	48
CAPÍTULO IV .....	51
RESULTADOS.....	51
4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS .....	51
4.1.1.ANALÍSIS INFERENCIAL .....	55

CAPÍTULO V.....	61
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	61
CONCLUSIONES .....	67
RECOMENDACIONES.....	69
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	70
ANEXOS.....	75

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Taxonomía de Varroa destructor.....	26
Tabla 2 Taxonomía de Origanum vulgare.....	37
Tabla 3 Dosificación de los tratamientos .....	48
Tabla 4 Porcentaje de infestación inicial de Varroa destructor en colmenas antes de la aplicación de los tratamientos .....	51
Tabla 5 Porcentaje de infestación final y eficiencia promedio del tratamiento con orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ) en el control de Varroa destructor .....	52
Tabla 6 Estadísticos descriptivos del porcentaje de eficiencia según tratamientos .....	54
Tabla 7 Prueba de normalidad.....	55
Tabla 8 Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene .....	56
Tabla 9 Análisis de varianza (ANOVA) de un factor para el porcentaje de eficiencia.....	56
Tabla 10 Comparaciones múltiples de la eficacia del tratamiento con orégano según la prueba HSD de Tukey .....	57
Tabla 11 Prueba post hoc de Bonferroni para la comparación de tratamientos según el porcentaje de eficacia en el control de Varroa destructor.....	59

## **ÍNDICE DE FIGURA**

Figura 1 Tipos de abeja del género Apis .....	23
Figura 2 Evolución del porcentaje de eficiencia según los días y tratamientos con orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ) en el control de Varroa destructor .....	52
Figura 3 Porcentaje de infestación inicial y final de Varroa destructor en colmenas antes de la aplicación de los tratamientos .....	53
Figura 4 Evolución del porcentaje de infestación por Varroa destructor.....	53
Figura 5 Comparación de eficiencia entre tratamientos de orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ) mediante diagrama de cajas .....	55
Figura 6 Prueba post hoc de Tukey HSD para la comparación de tratamientos según el porcentaje de eficacia en el control de Varroa destructor.....	58
Figura 7 Prueba post hoc de Bonferroni para la comparación de tratamientos según el porcentaje de eficacia en el control de Varroa destructor.....	60

## **RESUMEN**

La investigación se desarrolló con el objetivo de determinar la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*origanum vulgare*) en el control de ácaros (*varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025. Metodología. Se aplicó un diseño experimental con cinco tratamientos: un grupo testigo y cuatro dosis de orégano (*Origanum vulgare*) (50 g, 100 g, 150 g y 200 g) aplicadas por nebulización en colmenas tipo Langstroth durante 35 días. Los datos fueron analizados mediante las pruebas de Shapiro-Wilk, Levene, ANOVA de un factor y las pruebas post hoc de Tukey HSD y Bonferroni. Los resultados evidenciaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $F(4,20) = 3.961$ ;  $p = 0.016$ ), lo que confirma el efecto positivo del orégano (*Origanum vulgare*) en la reducción de la infestación por *Varroa destructor*. Las dosis de 150 g y 200 g registraron las mayores eficiencias promedio (29.24 % y 30.48 %, respectivamente), mostrando una clara tendencia dosis–respuesta positiva. Se concluye que la nebulización con orégano representa una alternativa natural, ecológica y de bajo costo para el control del *Varroa destructor*, sin generar efectos adversos en la salud de las abejas ni en la calidad de la miel.

**Palabras clave:** Abejas melíferas, ácaro varroa destructor, eficacia biológica, *origanum vulgare*, tratamiento orgánico.

## ABSTRACT

The research was conducted with the aim of determining the effectiveness of nebulization with different doses of oregano (*Origanum vulgare*) in controlling mites (*Varroa destructor*) in bee hives (*Apis mellifera*) in Tambopata, Madre de Dios, 2025. Methodology. An experimental design was applied with five treatments: a control group and four doses of oregano (*Origanum vulgare*) (50 g, 100 g, 150 g and 200 g) applied by nebulization in Langstroth type hives for 35 days. Data were analyzed by Shapiro-Wilk, Levene, one-factor ANOVA, Tukey HSD and Bonferroni post hoc tests. The results showed significant differences between treatments ( $F(4,20) = 3.961$ ;  $p = 0.016$ ), confirming the positive effect of oregano (*Origanum vulgare*) in reducing *Varroa destructor* infestation. Doses of 150 g and 200 g recorded the highest average efficiencies (29.24 % and 30.48 %, respectively), showing a clear positive dose-response trend. It is concluded that oregano spraying represents a natural, ecological and low-cost alternative for the control of *Varroa destructor*, without generating adverse effects on bee health or honey quality.

**Keywords:** Honey bees, varroa destructor mite, biological efficacy, *origanum vulgare*, organic treatment.

## INTRODUCCIÓN

La tesis titulada: Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*), Tambopata, Madre de Dios, 2025”, aborda un problema de gran relevancia sanitaria y económica para la apicultura moderna: la infestación por el ácaro *Varroa destructor*. Esta plaga constituye una de las principales causas de debilitamiento y mortalidad de colmenas a nivel mundial, afectando directamente la productividad de la miel y la sostenibilidad de los sistemas apícolas.

De acuerdo con diversas investigaciones, el uso indiscriminado de acaricidas químicos para el control de *Varroa destructor* ha generado múltiples consecuencias negativas, como la aparición de resistencia del parásito, la contaminación de los productos apícolas y la alteración del equilibrio ecológico dentro de las colmenas. En este contexto, surge la necesidad de desarrollar alternativas naturales, eficaces y sostenibles, que permitan mantener la sanidad de las abejas sin comprometer la inocuidad de la miel ni la salud ambiental.

Considerando la realidad del área de estudio, el distrito de Las piedras, caracterizado por su biodiversidad y producción apícola emergente, se presenta como un escenario adecuado para la aplicación de estrategias orgánicas de manejo sanitario. En este entorno, las abejas (*Apis mellifera*) desempeñan un papel fundamental no solo en la producción de miel, sino también en la polinización de cultivos y en la conservación de los ecosistemas locales. Sin embargo, la presencia del ácaro *Varroa destructor* representa una amenaza constante que compromete la supervivencia de las colmenas y la rentabilidad de los apicultores.

La presente investigación evaluó la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano, planta aromática conocida por su alto contenido de compuestos fenólicos como el carvacrol y el timol, con probadas propiedades acaricidas y antimicrobianas. Mediante la aplicación controlada de cuatro concentraciones distintas (50 g, 100 g, 150 g y 200 g), se buscó

determinar la dosis más efectiva para reducir la infestación del ácaro sin causar efectos adversos en las abejas.

Durante el desarrollo del experimento se presentaron dificultades propias del trabajo en campo, como las variaciones climáticas y la necesidad de manipular cuidadosamente las colmenas para evitar el estrés de las abejas durante las aplicaciones. No obstante, la metodología empleada permitió obtener resultados confiables, registrando la evolución de la infestación y la respuesta biológica de las colmenas ante cada dosis evaluada.

Finalmente, el estudio demostró que el uso de orégano en nebulización constituye una alternativa eficaz, ecológica y económicamente viable para el control del *Varroa destructor*. Su aplicación no solo contribuye a mejorar la salud y productividad de las colmenas, sino que también promueve prácticas apícolas sostenibles y responsables con el medio ambiente. Los resultados obtenidos brindan una base científica sólida para la adopción de tratamientos naturales en el manejo sanitario de las abejas, fortaleciendo así la apicultura regional en Tambopata, Madre de Dios.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las abejas melíferas pertenecen a un grupo de insectos biológicamente variados que incluye a la abeja melífera común, conocida científicamente como *Apis mellifera L.* Debido a su capacidad para polinizar el reino vegetal, es el insecto social más conocido, tanto por sus características fisiológicas como por su comportamiento. También es beneficiosa para el planeta. En comparación con la importancia del trabajo que realizan las abejas como insectos polinizadores, las ventajas que aportan los productos que las abejas son capaces de fabricar o modificar son menores.

Los bioindicadores pueden describirse como especies o grupos de especies que se adaptan bien a las características particulares de un ecosistema y/o son capaces de responder a una variedad de efectos y cambios. El concepto de bioindicadores y su creación son una simplificación de los procesos que ocurren en la naturaleza. Se ha convertido en un modelo importante en la evaluación de áreas dañadas y contaminadas que están bajo la influencia de agentes bióticos y abióticos, particularmente la utilización de bioindicadores para evaluar productos químicos, eliminar la entrada de contaminantes que causan impactos en el medio ambiente y sus cadenas alimentarias, lo que sin duda contribuirá a la protección del medio ambiente y al desarrollo de prácticas sostenibles (Paoletti, 1999).

Debido al efecto que tiene el ácaro *Varroa destructor* cuando se alimenta de la hemolinfa de las larvas y las abejas (Vásquez-Castro, Narrea-Cango y Bracho-Pérez, 2006), así como al hecho de que es resistente a los acaricidas sintéticos como el fluvalinato (Bulacio-Cagnolio, Basualdo y Eguaras, 2010), existe una necesidad apremiante de desarrollar acaricidas naturales para controlar esta plaga, que tiene un impacto significativo en la industria apícola. Los aceites esenciales son combinaciones de moléculas que comprenden diversas sustancias que funcionan sinéricamente como

una defensa estratégica contra los ácaros y las bacterias, lo que limita el desarrollo de resistencia de las plagas. Esto contrasta con los acaricidas sintéticos, que se basan en sustancias químicas individuales (Espitia-Yanes, 2011).

Según Reyes-Carrillo, Galarza-Mendoza, Muñoz-Soto y Moreno-Reséndez (2014), los ácaros causaron daños importantes en Perú en el año 1985. Fueron responsables de la destrucción de unas 10 000 colonias de abejas y de una reducción del 20 % en el suministro nacional de miel.

Según Cánovas Alcázar (2006), en el tratamiento moderno contra *Varroa destructor* se utilizan varios compuestos naturales, entre ellos ácidos orgánicos (oxálico y láctico), rotenona, aceite de neem, timol y ácido fórmico. De entre estos productos naturales, el timol y el ácido fórmico se consideran las terapias más eficaces.

Esto ha llevado a la conclusión de que el aceite de orégano, cuando se aplica como acaricida natural, logra una mortalidad de hasta el 91 % en *Varroa jacobsoni*. Se llegó a esta conclusión como resultado de un estudio que se llevó a cabo según Gal et al. (Neira C, Heinsohn P, Carrillo LI, Báez M, & Fuentealba A, 2004).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

1. ¿Cuál es la dosis efectiva en la nebulización con orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025?

2. ¿Cuál es el efecto de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, madre de dios, 2025.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar la dosis efectiva en la nebulización con orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.
2. Identificar el efecto de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La abeja *Apis mellifera* L. es un insecto muy importante y crucial debido a su óptima labor como polinizador de árboles frutales y plantas productoras de semillas; también es considerado como productor de ingresos económicos a través de la actividad apícola.

La apicultura es una actividad económica y social muy reconocida que juega un papel importante en el crecimiento y desarrollo a largo plazo de las comunidades rurales. El proceso de polinización también se considera crucial para los ecosistemas naturales y los controlados por el ser humano.

#### **1.4.1. A NIVEL TEÓRICO**

Entre los ácaros y las abejas existe un vínculo muy estrecho. Las pérdidas económicas y de productividad causadas por las plagas y enfermedades que afectan a las abejas son motivo de gran preocupación para los pequeños y medianos productores. Estas pérdidas dificultan que dichos productores mantengan la estabilidad y la rentabilidad de su producción.

En el ámbito del control de plagas, se está desarrollando un acaricida orgánico con la intención de que sirva como sustituto de las sustancias sintéticas.

#### **1.4.2. NIVEL PRÁCTICO**

Es importante controlar e identificar los ácaros con el tratamiento de orégano porque de esta manera se pretende controlar la plaga que afecta considerablemente disminuyendo la población de abejas, producción de miel e incluso la muerte de colmenas. Teniendo baja toxicidad y bajo impacto ambiental debido a que no deja residuos en productos y subproductos de la miel.

#### **1.4.3. A NIVEL METODOLÓGICO**

En este estudio de investigación Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*). posee una metodología fácil, que servirá como guía y contribuirá para realizar investigaciones de esta afinidad.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

En esta investigación se encontraron dificultades y/u obstáculos siguientes:

- **Bibliográfica:** Una de las limitaciones fue no encontrar demasiados antecedentes de investigaciones sobre este tema que se está

presentando que es Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios – 2025.

- **Temperatura:** Se presentaron días nublados parcialmente o con probabilidades de lluvia ligera que alteraron el comportamiento de las abejas y las volvía agresivas, dificultando la toma de muestra de Varroa destructor.

La región de Madre de Dios, en Perú, registra la temperatura más alta, de 32,2 grados centígrados, en el mes de septiembre, según informa el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), y la temperatura más baja en julio (16.6°C).

- **Porcentaje humedad relativa:**

La elevada humedad relativa favoreció a la proliferación de vegetación dificultando el acceso a las colmenas, complicando actividades de inspección, mantenimiento y recolección de muestra, en consecuencia, aumentando esfuerzo y tiempo del desarrollo de la investigación.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informa que la humedad relativa se encuentra entre el 85 y el 85 por ciento, lo cual es típico de un ambiente tropical húmedo que se caracteriza por lluvias abundantes y temperaturas templadas durante todo el año (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2016).

- **Biológica:** Las abejas se caracterizan por su comportamiento defensivo lo cual dificultó al momento de realizar las muestras, siendo agresivas en determinadas circunstancias; las abejas atacaron en masa y se desplazaron hacia mi persona y alrededor incrementando ello el riesgo de picaduras.

Este comportamiento defensivo hizo que los trabajos se desarrollen con rapidez y precaución para minimizar el estrés en las abejas.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación fue viable, ya que se desarrolló dentro del distrito de Tambopata, contando con el acceso y la confianza del propietario del apiario, lo que facilitó la ejecución de las actividades planificadas. Además, resultó factible debido a que el tratamiento aplicado con orégano constituyó un producto natural que no dejó residuos químicos en la miel ni afectó la calidad de los subproductos apícolas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Narciso et al., (2024) desarrollaron su investigación titulada “Efectos de los tratamientos naturales sobre los niveles de infestación de ácaros varroa y la salud general de las colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*)”, fue un estudio experimental desarrollado en un colmenar de 20 colmenas, se evaluaron los efectos de los aceites esenciales de canela y orégano, así como de un cóctel de jugo de frutas, sobre los niveles de infestación del ácaro *Varroa destructor* y la salud general de las abejas melíferas (*Apis mellifera*). Las colonias se dividieron en cinco grupos: cuatro de tratamiento y uno control, alimentados con jarabe de azúcar suplementado con aceites esenciales o sin ellos. Aunque el ácaro afectó a todas las colonias durante el experimento, no se observaron diferencias significativas en los niveles de infestación ni en la producción de miel entre los grupos tratados y el control. Sin embargo, se evidenció una sobreexpresión del gen de vitelogenina, especialmente en el grupo tratado con la mezcla 1:1 de ambos aceites esenciales, lo que sugiere un posible efecto inmunoestimulante de los extractos naturales. El estudio destacó la importancia de los aceites esenciales como alternativas naturales complementarias para mejorar la resistencia inmunológica de las abejas frente al *Varroa destructor* y otros patógenos asociados.

Bava et al., (2023) desarrollaron su investigación titulada “Perfil químico de aceites esenciales de plantas *Lamiaceae* seleccionadas y actividad in vitro para el control de la varroosis en abejas melíferas (*Apis mellifera*)”, se realizó en Calabria, Italia, se evaluó la acción acaricida de aceites esenciales de plantas de la familia *Lamiaceae*, entre ellas *Origanum vulgare*, *Thymus capitatus* y *Thymus longicaulis*, sobre el

ácaro *Varroa destructor*. Las pruebas de toxicidad por contacto se realizaron con concentraciones entre 0.5 y 4 mg/mL, determinándose que los aceites de orégano y tomillo alcanzaron niveles de eficacia superiores al 90%, sin causar efectos adversos en las abejas. Los autores señalaron que los aceites esenciales constituyen una alternativa natural y sostenible frente a los acaricidas sintéticos, debido a su baja toxicidad, rápida degradación ambiental y a que reducen el riesgo de resistencia del ácaro. El estudio concluyó que el orégano y el tomillo presentan un alto potencial para ser utilizados en programas de control orgánico de la varroasis en colmenas apícolas.

Sabahi et al., (2020), desarrollaron su investigación titulada “Evaluación de formulaciones secas y húmedas de ácido oxálico, timol y aceite de orégano para el control del ácaro Varroa (*Acari: Varroidae*) en colonias de abejas melíferas (*Hymenoptera: Apidae*)”, fue una investigación realizada para evaluar la eficacia y seguridad de compuestos naturales en el control del ácaro *Varroa destructor*, se analizaron distintas formulaciones de ácido oxálico, timol y aceite esencial de orégano en colonias de abejas (*Apis mellifera*). Los tratamientos se aplicaron semanalmente durante cuatro semanas en la temporada de otoño, evaluándose la eficacia acaricida, la mortalidad de abejas y la supervivencia de las colonias. Los resultados demostraron que todas las formulaciones, excepto las microcápsulas de aceite de orégano, fueron efectivas para reducir la infestación. Las formulaciones con timol resultaron más eficientes, alcanzando entre 92,4% y 96,6% de eficacia, seguidas por el ácido oxálico (79%), mientras que el aceite de orégano presentó una eficacia menor (21,3%). Solo el tratamiento con ácido oxálico en glicerina aumentó la mortalidad de abejas. El estudio concluyó que los compuestos naturales, especialmente el timol y el ácido oxálico, son alternativas viables y seguras frente a los acaricidas sintéticos, contribuyendo al control sostenible del *Varroa destructor* en la apicultura.

## 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Airahuacho et al., (2023) desarrollaron su investigación titulada “Evaluación de productos alternativos naturales en el control de la *Varroa destructor* en abejas melíferas (*Apis mellifera*)”, en el distrito de Sayán, situado en la zona de Lima, Perú, se llevó a cabo esta investigación en un colmenar. En colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*), se investigó cómo el uso de productos naturales alternativos, como el ácido oxálico, el timol, la vaselina y el tabaco, afectaba al control del ácaro *Varroa destructor*. Con el fin de determinar el alcance de la infección en las abejas adultas, las celdas tapadas y los suelos de las colmenas, se administraron cinco tratamientos con seis duplicados a lo largo de diecisésis días. En los análisis estadísticos se incluyeron la prueba de proporciones, la prueba de Kruskal-Wallis y la prueba de Dunn. El ácido oxálico, el timol y el tabaco resultaron ser los tratamientos más eficaces ( $p < 0,05$ ), siendo el ácido oxálico el más eficaz tanto en los ácaros *Varroa* distribuidos como en las celdas operculadas. El análisis estadístico reveló que el ácido oxálico era la terapia más eficaz. Se observó que el mayor número de ácaros varroa muertos en los suelos coincidía con estos tratamientos, lo que constituye una prueba más del mejor impacto acaricida que proporcionan. En lo que respecta al manejo de *Varroa destructor* en las colmenas peruanas, la investigación llegó a la conclusión de que el ácido oxálico es la opción natural más eficaz.

Reyes et al., (2020), desarrollaron su investigación titulada “Eficacia de cuatro acaricidas sobre el ácaro *Varroa destructor*”, se investigó la eficacia de varios acaricidas para prevenir la propagación del ácaro *Varroa destructor* en veinte colonias de abejas (*Apis mellifera*). En el experimento se utilizaron cinco tratamientos: coumaphos, amitraz, ácido oxálico y timol, además de un control sin aplicación alguna. Cada uno de estos tratamientos se repitió cuatro veces. El experimento se llevó a cabo utilizando un diseño totalmente aleatorio. Los resultados indicaron que el cumafos y el timol fueron los más eficaces, con valores del 94,85% y el 84,68%, respectivamente, y no se observaron diferencias

significativas entre ellos. Por otro lado, el ácido oxálico y el amitraz tuvieron una eficacia menor, con un 62,81% y un 55,22%, respectivamente. Durante el método de choque químico, los productos idénticos mantuvieron su superioridad con eficiencias del 97,72 % y el 87,16%, respectivamente. No se observaron efectos adversos en las abejas adultas, las crías o las reservas de miel cuando se probó cualquiera de los acaricidas. Tras realizar la investigación, los investigadores llegaron a la conclusión de que el timol y el cumafós eran los medicamentos más eficaces y seguros para controlar *Varroa destructor* en las circunstancias de la apicultura en Perú.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

En la revisión bibliográfica realizada, no se encontraron antecedentes locales en la región que aborden específicamente la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas (*Apis mellifera*). La mayoría de los estudios disponibles en el país se han desarrollado en otras regiones y se centran principalmente en el uso de productos naturales como el ácido oxálico o el timol. Por tanto, esta investigación constituye un aporte original y pionero en el ámbito regional, al evaluar por primera vez la aplicación del orégano como alternativa orgánica y sostenible para el manejo sanitario de colmenas en condiciones locales de Tambopata.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

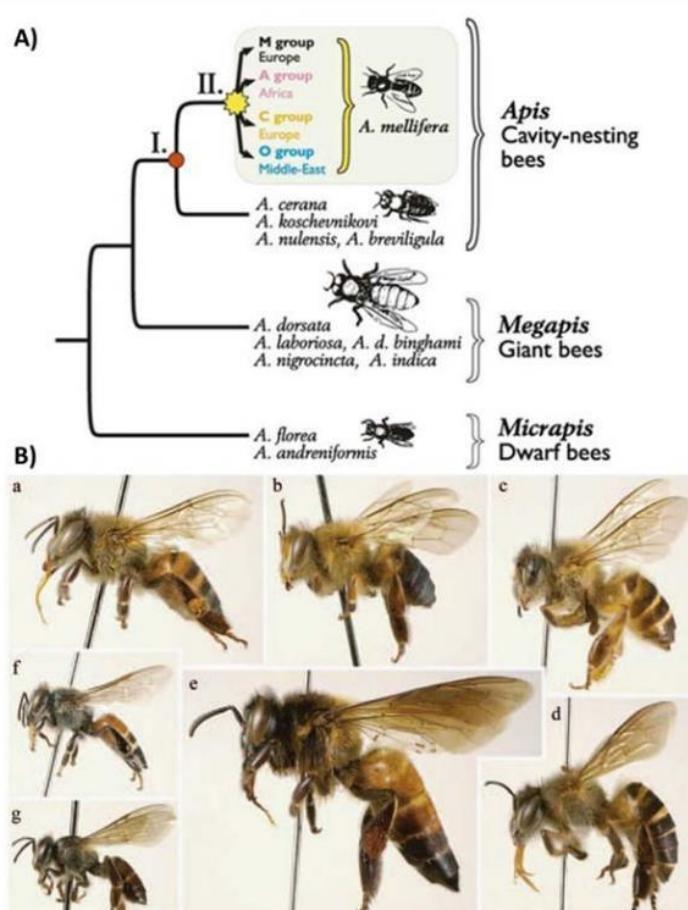
### **2.2.1. ABEJA (*Apis mellifera*)**

En el grupo *Apidae* (orden *Hymenoptera*) se incluye una gran variedad de abejas sociales, solitarias y parásitas, entre ellas las abejas melíferas. El género *Apis* agrupa algunas de las especies sociales de abejas de miel más conocidas. (Gupta et al., 2011)

De todas estas especies, *Apis mellifera* es la que tiene mayor distribución mundial. Se descubrió por primera vez en Europa y África,

el norte de Asia, Oriente Medio, el Cáucaso y la meseta iraní. Sin embargo, desde entonces se ha expandido a los Estados Unidos de América y Australia como resultado de la exportación de colmenas (Figura 1A). Existe un gran número de subespecies de esta abeja, especialmente en Europa (Figura 1B). Además, hay híbridos entre subespecies, como la abeja africanizada, que es un híbrido entre *Apis mellifera mellifera* y *Apis mellifera scutellata*, una de las subespecies africanas. Esta abeja híbrida se puede encontrar en Sudamérica y en parte de Norteamérica.

**Figura 1**  
*Tipos de abeja del género Apis*



*Nota.* A) Evolución de los diferentes tipos de abeja: abejas que construyen nidos en oquedades (Apis), abejas gigantes (megapis) y abejas enanas (micratis). B) Comparativa de morfología y tamaño de cada una de las especies del género apis. a) Apis (Apis) mellifera; b) A. (A.) koschevnikovi; c) A. (A.) nigrocincta; d) A. (A.) cerana; e) A. (Megapis) dorsata; f) A. (Micratis) florea; g) A. (M.) andreniformis. Fuente: Engels et al., 2009.

Los miembros restantes de la especie se pueden encontrar en diversas partes de África y Asia, desde Oriente Medio hasta Japón y

Filipinas. La *Apis cerana* es la especie de abeja más común en Asia y se utiliza para la apicultura. Las demás especies de abejas de Asia se encuentran en lugares más limitados y su función principal es recolectar miel del lugar natural de la colmena.

La descripción de *Apis mellifera* resulta pertinente al contextualizar su importancia ecológica y productiva dentro de la apicultura mundial, al ser la especie más utilizada por su alta eficiencia polinizadora y adaptabilidad. Sin embargo, su amplia distribución la ha convertido en el principal hospedero del ácaro *Varroa destructor*, un ectoparásito hematófago que compromete la supervivencia y productividad de las colonias. Ante la creciente resistencia del ácaro a acaricidas sintéticos y los riesgos de residuos en productos apícolas, se ha incrementado el interés en alternativas naturales basadas en aceites esenciales, como el de orégano (*Origanum vulgare*), cuyo efecto acaricida se atribuye a compuestos fenólicos como el carvacrol y el timol. Por tanto, la comprensión biológica y conductual de *A. mellifera* es esencial para establecer protocolos de nebulización con extractos naturales que garanticen eficacia en el control de *Varroa destructor* sin afectar la estabilidad fisiológica y social de la colonia.

### **2.2.2. ÁCARO (*Varroa destructor*)**

El ácaro *Varroa destructor* (antes considerado como *Varroa jacobsoni*) actúa como parásito de las abejas de la miel. Se nutre de las etapas preimaginales dentro de las celdas de cría selladas y penetra entre los segmentos del abdomen de las abejas adultas para absorber hemolinfa y tejido graso. Mientras lleva a cabo su alimentación, *V. destructor* puede transmitir diversos virus (como el virus de las alas deformadas, el virus de parálisis aguda, el virus de parálisis israelí y el virus de Cachemira). Si no se aplica tratamiento en la colonia, el número de parásitos crece junto con la población de abejas y su actividad reproductiva, lo que puede provocar el colapso de la colonia en un plazo de entre uno y cuatro años (OIE, 2021).

*Varroa destructor* constituye uno de los principales agentes patogénicos que amenazan la sanidad apícola mundial, debido a su elevada capacidad reproductiva y su acción parasitaria directa sobre *Apis mellifera*. Este ácaro ectoparásito hematófago se alimenta de hemolinfa y tejido graso, debilitando tanto a las crías como a las abejas adultas y actuando como vector de múltiples virus que comprometen la inmunocompetencia y longevidad de la colonia. En ausencia de control, su población puede incrementarse exponencialmente, provocando el colapso total de la colmena en pocos ciclos reproductivos. Ante esta problemática, la investigación de alternativas ecológicas, como la nebulización con aceites esenciales de *Origanum vulgare*, representa una estrategia sostenible para reducir la carga parasitaria mediante compuestos bioactivos volátiles (carvacrol y timol) que alteran la fisiología del ácaro sin generar resistencia ni residuos químicos en los productos apícolas.

### **Generalidades y taxonomía**

Oudemans describió por primera vez lo que se conocía entonces como *Varroa jacobsoni*. Más tarde, Anderson y Trueman (2000) demostraron mediante estudios genéticos que en realidad se trataba de al menos dos especies distintas: la especie original que infectaba *Apis cerana* y otra, denominada *Varroa destructor*, que es el parásito que afecta principalmente a *Apis mellifera* en todo el mundo. Esta reclasificación fue necesaria debido a diferencias sustanciales observadas entre los parásitos de ambas abejas.

Se reconoce una clasificación actualizada de *Varroa* en trabajos posteriores (IBRA, 2013; Zemene et al., 2015), donde se indica que deben considerarse dos especies principales: *Varroa jacobsoni*, que infesta *Apis cerana*, y *Varroa destructor*, que parasita *Apis mellifera* a nivel global. En este estudio focalizaremos únicamente la atención en *V. destructor*.

**Tabla 1**  
*Taxonomía de Varroa destructor*

TAXONOMIA	
REINO	<i>Animalia</i>
CLASE	<i>Arachnida</i>
ORDEN	<i>Mesostigmata</i>
FAMILIA	<i>Varroidae</i>
GENERO	<i>Varroa</i>

*Nota.* En la tabla 2 se visualiza la clasificación taxonómica según (Anderson y Trueman, 2018)

La reclasificación taxonómica de *Varroa destructor* realizada por Anderson y Trueman (2000) permitió diferenciarla de *Varroa jacobsoni*, especie originalmente descrita por Oudemans y asociada a *Apis cerana*. Los análisis genéticos evidenciaron divergencias morfológicas y biológicas significativas entre ambas, lo que condujo a reconocer a *V. destructor* como el principal ectoparásito de *Apis mellifera* a nivel mundial. Actualmente, esta especie se ubica taxonómicamente en el reino *Animalia*, clase *Arachnida*, orden *Mesostigmata* y familia *Varroidae*, correspondiendo al género *Varroa*. Su importancia radica en su capacidad de adaptación y expansión global, lo que ha generado graves impactos en la apicultura moderna y ha motivado la búsqueda de métodos de control alternativos, como la aplicación de aceites esenciales naturales mediante nebulización, que reduzcan la dependencia de acaricidas sintéticos y promuevan la sostenibilidad sanitaria de las colmenas.

### Ciclo de vida

A lo largo de su ciclo de vida, el ácaro *Varroa destructor* pasa por dos fases distintas: la fase forética y la fase reproductiva se alternan. Las hembras adultas son las únicas que pasan por la fase forética. Durante esta fase, se adhieren a las abejas obreras utilizando sus patas y piezas bucales. Prefieren adherirse al abdomen, aunque también pueden encontrarse en la cabeza o los hombros. Durante este periodo, tienden a utilizar la cría de zánganos para propagarse a otras colmenas,

mientras que los machos prefieren permanecer dentro de las celdas de cría. El tejido graso y la hemolinfa de las abejas adultas son las principales fuentes de nutrición del parásito durante este periodo, que continúa hasta que hay abejas jóvenes en la colmena (Rosenkranz, Aumeier, & Ziegelmann, 2010).

Durante esta etapa, que puede durar entre cuatro y catorce días, el vigor y la longevidad del huésped se ven gravemente mermados. Al final de esta fase, una hembra adulta sale de la colmena y entra en las celdas de cría de las obreras o los zánganos. Una vez dentro, se alimenta de las larvas antes de que se cierren las cámaras (De Jong, 1997).

Aunque parece un proceso sencillo, la infestación solo prospera si la hembra del ácaro selecciona el hospedero adecuado para desplazarse hacia una celda de cría que contenga una larva en quinto instar, justo antes de que la celda sea sellada. En colonias con cantidades suficientes de abejas adultas y cría, los ácaros se distribuyen entre ellos, lo que permite que su población se duplique con rapidez. Una vez la celda se cierra, las crías del parásito se desarrollan consumiendo la larva, mientras los machos y hembras se aparean en su interior. La hembra grávida abandona la celda junto con una abeja nodriza joven y busca otra celda próxima en proceso de ser sellada, pudiendo repetir este ciclo hasta en tres ocasiones. Por ese motivo, el impulso poblacional de *Varroa destructor* puede provocar una duplicación mensual de su infestación dentro de una colonia (Rosenkranz, Aumeier, & Ziegelmann, 2010).

Luego del apareamiento, en un lapso de aproximadamente seis a siete días, tanto el macho como la hembra atraviesan las etapas de protoninfa, deutoninfa y deutocrisálida hasta alcanzar la adultez. Una vez adultas, las hembras buscan celdas con cría de obreras o zánganos que estén por ser selladas para iniciar nuevamente el ciclo: alimentación, apareamiento, reproducción y expansión de la infestación (Ritter, 2001; Rosenkranz, Aumeier, & Ziegelmann, 2010). Al sellarse

la celda, la hembra consume primero los nutrientes de la larva, luego extrae su tejido graso y hemolinfa; tras cerca de 20 horas alcanza su madurez sexual y se aparea diversas veces hasta que su espermateca se llena. Después de aproximadamente 60 horas, la hembra pone sus huevos en intervalos de 30 horas, y las crías emergen pasando por las fases de protoninfa y deutoninfa hasta convertirse en adultas.

El desarrollo de la varroosis compromete principalmente las etapas larvales y pupales de las abejas, provocando reducción de peso (entre un 5% y 25%), deformaciones como alas malformadas, disminución de hemolinfa y desgaste de sus reservas energéticas; todo esto reduce significativamente la productividad de miel y pone en riesgo la supervivencia de la colonia. Además, altas tasas de infestación por *Varroa destructor* favorecen la transmisión de virus como el de alas deformadas, el de parálisis lenta o el Kashmir, los cuales pueden causar la mortalidad masiva de colonias. Investigaciones como las de Garedew, Schmolz y Lamprecht han evidenciado que el ácaro consume hasta un 25% de las reservas nutricionales de las pupas, lo que contribuye al debilitamiento de las abejas y de la colonia entera (Contzen, Garedew, Lamprecht, & Schmolz, 2004).

El ciclo biológico de *Varroa destructor* comprende dos fases bien diferenciadas: la fase forética, en la que las hembras adultas se adhieren al cuerpo de las abejas obreras o zánganos para alimentarse de su hemolinfa y tejido graso, y la fase reproductiva, que ocurre dentro de las celdas de cría operculadas. Durante la fase forética, el ácaro se transporta por la colmena y entre colonias, utilizando principalmente la cría de zánganos como vehículo de dispersión. Una vez selecciona una celda con larva en quinto instar, la hembra penetra antes del sellado y se alimenta del huésped, iniciando su reproducción. En el interior de la celda, los descendientes atraviesan los estadios de protoninfa y deutoninfa hasta alcanzar la madurez, completando el ciclo en aproximadamente seis a siete días. Este proceso genera una rápida multiplicación poblacional que puede duplicar la infestación

mensualmente, ocasionando graves efectos fisiológicos en las abejas, como pérdida de peso, deformaciones alares, disminución de hemolinfa y mayor susceptibilidad a virus patógenos. Tales daños reducen la vitalidad y longevidad de las colonias, comprometiendo su productividad y supervivencia, lo que justifica el uso de estrategias biocontroladas como la nebulización de aceites esenciales de *Origanum vulgare* para mitigar el impacto de la varroosis de manera ecológica y sostenible.

### **2.2.3. VARROASIS:**

Existe una enfermedad parasitaria conocida como *varroosis* que afecta a las colonias infestadas por el ácaro *Varroa destructor*. Este ácaro es ampliamente reconocido como la amenaza más grave para la apicultura en todo el mundo. Ha superado el efecto de un gran número de otras infecciones, lo que ha dado lugar a un aumento significativo de la producción científica, la investigación aplicada y los gastos financieros destinados a su gestión. Según varios estudios realizados recientemente, las colonias infectadas que no se gestionan adecuadamente pueden colapsar por completo en un plazo de dos a tres años (Anderson & Trueman, 2000).

La varroasis aún no se ha eliminado por completo, a pesar de los innumerables esfuerzos que se han realizado. Se cree que una de las principales razones del descenso en el número de apicultores y colonias de abejas melíferas, así como del fenómeno de la polinización cruzada, es este fenómeno. Este fenómeno es especialmente frecuente en Europa, Perú y otras partes del mundo (Dávila & Ortiz, 1987).

La varroasis es una patología parasitaria causada por *Varroa destructor*, considerada la principal amenaza sanitaria para la apicultura moderna por su elevada virulencia y amplia distribución geográfica. Este ectoparásito debilita a las abejas al alimentarse de su hemolinfa y tejido adiposo, generando alteraciones fisiológicas, inmunosupresión y transmisión de múltiples virus, lo que conduce

progresivamente al colapso de las colonias si no se implementan medidas de control efectivas. A nivel mundial, la varroasis ha ocasionado una reducción significativa en la densidad de colmenas y en la población de apicultores, afectando la productividad de miel y la polinización agrícola. En regiones como Europa y Perú, su persistencia refleja la limitada eficacia de los acaricidas sintéticos y la necesidad de estrategias de manejo sustentable. En este contexto, el empleo de aceites esenciales naturales, como el de *Origanum vulgare*, mediante técnicas de nebulización, representa una alternativa ecológica y prometedora para mitigar la infestación y preservar la salud apícola sin generar residuos tóxicos.

#### **2.2.4. TRATAMIENTO**

##### **Naturales**

La mayoría de ellos son acaricidas derivados de plantas. Contienen sustancias químicas activas que son perjudiciales para los insectos, como alcaloides, terpenos, flavonoides y otros compuestos similares. Estos acaricidas se producen a partir de extractos de plantas, ya sea en forma líquida o sólida. Debido a que se digieren rápidamente, no son bioacumulativos, tienen un bajo nivel de toxicidad tanto para las personas como para los animales domésticos y se destruyen fácilmente en el medio ambiente (Consorcio para la protección internacional de cultivos, 1981).

##### **Sintéticos**

En la lucha contra el ácaro *Varroa destructor*, el acaricida orgánico sintético fluvalinato, clasificado como piretroide, es el que se emplea con mayor frecuencia. Los piretroides son uno de los plaguicidas más utilizados en la agricultura. Son fotoestables, lo que significa que no se degradan tan rápidamente como las piretrinas y las aletrinas. Gracias a su excepcional actividad biológica, estas sustancias químicas tienen la capacidad de afectar al sistema nervioso de los insectos, provocando

efectos paralizantes cuando entran en contacto con ellos. Dado que la mayoría de ellos no son muy peligrosos para los seres humanos y otros animales de sangre caliente, su uso se ha generalizado en la lucha contra las plagas domésticas (Consorcio para la protección internacional de cultivos, 1981).

El tratamiento de la varroosis puede abordarse mediante dos enfoques principales: el uso de productos naturales y los compuestos sintéticos. Los tratamientos naturales, elaborados a partir de extractos vegetales ricos en metabolitos secundarios como terpenos, flavonoides y alcaloides, actúan como acaricidas biodegradables con baja toxicidad y mínima persistencia ambiental, lo que los convierte en alternativas sostenibles y seguras para las colmenas. Dentro de este grupo, el aceite esencial de *Origanum vulgare* destaca por su contenido de carvacrol y timol, compuestos con alta eficacia acaricida y propiedades volátiles que facilitan su aplicación por nebulización. En contraste, los tratamientos sintéticos como el fluvalinato, un piretroide de acción neurotóxica, han mostrado efectividad inmediata, pero su uso prolongado ha generado resistencia en *Varroa destructor* y riesgo de residuos en la miel y la cera. Por ello, la tendencia actual en la apicultura moderna privilegia la implementación de tratamientos naturales controlados, capaces de mantener la eficacia antiparasitaria sin comprometer la inocuidad de los productos apícolas ni el equilibrio ecológico de la colonia.

#### **2.2.5. MODO DE ACCIÓN DE UN ACARICIDA**

Según Becerra (2004, citado en Cristancho, 2010), Tanto las características del componente activo como la formulación de los insecticidas son factores importantes a la hora de determinar el modo de acción de estos productos químicos. Los siguientes grupos se separan entre sí según la forma en que entran por primera vez en el insecto:

### **Acción por contacto**

Con la capacidad de penetrar a través del tarso, así como a través de los órganos sensoriales y las membranas intersegmentales, los insecticidas que actúan por contacto tienen el potencial de matar insectos. En la mayoría de los casos, estas sustancias son sustancias que tienen un efecto sobre el sistema nervioso central. Algunos ejemplos de estas sustancias son los organofosfatos, los carbamatos y los piretroides.

### **Acción por Ingestión**

Cuando se consumen alimentos contaminados con pesticidas, los insecticidas que actúan por ingestión pueden entrar en el organismo a través del sistema digestivo. Estas sustancias químicas tienen la capacidad de atravesar la pared intestinal y llegar también a la hemolinfa. Las benzoilfenilureas y los inhibidores de la síntesis de quitina son dos ejemplos de sustancias químicas que pertenecen a esta categoría.

### **Acción por inhalación**

Los insecticidas que se administran por inhalación pueden llegar a los estigmas del insecto a través de la tráquea. Por lo general, se trata de sustancias químicas con altas presiones de vapor y capaces de gasificarse a temperaturas consideradas ambientales. Algunos pesticidas clasificados como organofosfatos se incluyen en esta categoría de compuestos. Ciertos organofosfatos y carbamatos son ejemplos de insecticidas que pueden actuar a través de las tres vías de penetración mencionadas anteriormente. Esto también ocurre con ciertos insecticidas.

El modo de acción de un acaricida depende directamente de las propiedades fisicoquímicas de su principio activo y de su formulación, lo que determina la vía de penetración y su eficacia sobre el parásito. Los mecanismos de acción se clasifican principalmente en tres tipos: por

contacto, ingestión e inhalación. Los acaricidas de contacto actúan al atravesar el tegumento del ácaro e interferir en su sistema nervioso central, generando parálisis y muerte, como ocurre con organofosforados, carbamatos y piretroides. Los de ingestión actúan tras la absorción del tóxico a través del sistema digestivo, afectando la síntesis de quitina o procesos metabólicos esenciales. Finalmente, los de inhalación ejercen su efecto al ingresar por los estigmas respiratorios y difundirse por la tráquea, siendo especialmente relevantes los compuestos volátiles con alta presión de vapor. En este contexto, los aceites esenciales, como el de *Origanum vulgare*, presentan un modo de acción predominantemente por inhalación y contacto, ya que sus compuestos activos, carvacrol y timol, penetran fácilmente el exoesqueleto y las vías respiratorias del *Varroa destructor*, alterando sus funciones neuromotoras y provocando su mortalidad, sin causar toxicidad significativa para las abejas ni el ambiente.

#### **2.2.6. FORMAS DE APLICACIÓN DE UN ACARICIDA**

Técnica para la administración de medicamentos que consiste en vaporizar el fármaco con una corriente de aire y luego inyectar el vapor en las vías respiratorias del paciente, a menudo mediante el uso de una mascarilla. Se utilizará el término aerosoles para referirse a ellos. Se está realizando un procedimiento indoloro y no invasivo (MD Anderson Cancer Center Madrid, s.f.).

#### **Espolvoreo**

Tras añadir un excipiente, como almidón o caolín, se mezcla el ingrediente activo. Se estima que se suministrarán unos cincuenta gramos de polvo por cada aplicación. El uso de este método presenta una serie de inconvenientes, el más significativo de los cuales es la alta probabilidad de que los productos apícolas puedan contener residuos de excipientes o sustancias activas (Ben Hamida, Colin, & García Fernández, 1999).

## **Evaporación**

Para una aplicación que puede durar entre una y varias semanas, es habitual utilizar cantidades considerables de la sustancia activa (*volátil*), que pueden oscilar entre 0,5 y 50 gramos. Dado que la cantidad de producto que se evapora diariamente depende de la temperatura exterior, el reto radica en gestionar esta cantidad. Además, a menudo se subestima la cantidad de sustancia química volátil que será absorbida por la cera de forma reversible o irreversible. Actualmente se están llevando a cabo experimentos en varios países que incluyen la evaporación rápida. Estas pruebas aumentan la concentración de vapor en la colmena en comparación con la concentración que se produce con los métodos lentos, que consisten en colocar una botella de ácido fórmico y una mecha dentro de la colmena durante un periodo de dos o tres semanas (Ben Hamida, Colin & García Fernández, 1999).

## **Aspersión**

Se dirige los productos aplicados por aspersión eran muy comunes. Sin embargo, este método requiere mucho tiempo ya que los peines deben quitarse y tratarse individualmente y la aplicación también se limita al día (Ritter W. , 1983). Los principales productos que se han utilizado para la aplicación por aspersión son kelthane y Taktik.

## **Fumigación**

La fumigación ha sustituido a la evaporación, a pesar de que parece ser mucho menos interesante en la lucha contra la varroasis. Esto se debe a que el ingrediente activo del fumigante requiere una buena estabilidad térmica. Esto se debe a que la molécula en sí misma debe sublimarse o evaporarse muy cerca de una fuente de calor muy intensa, como la combustión de nitratos o salitre. A temperaturas inferiores a 12 grados centígrados, este método no puede utilizarse porque las abejas crearían un enjambre extremadamente apretado para impedir la entrada del humo, lo que acabaría provocando la asfixia

de la reina en el interior (Colin & Gonzalez, 1986).

### **Vía sistémica**

El principio de esta técnica se respalda en dos bases:

- la ingestión del acaricida por vía oral y su paso a la hemolinfa del insecto;
- los permanentes intercambios de alimentación entre las abejas adultas de todas las edades.

En teoría, a cada abeja adulta se le administra una dosis de acaricida, que los parásitos ingieren al mismo tiempo que consumen su hemolinfa. Es posible suministrar la formulación en forma de gotas, que luego se diluyen directamente en el jarabe alimenticio o se rocían sobre las abejas que se encuentran entre los marcos. Es importante tener cuidado de no mojar la cera y realizar el tratamiento en un período en el que las abejas no estén almacenando el producto. La concentración del acaricida suministrado es mínima; sin embargo, es importante seguir estas precauciones (Colin & Gonzalez, 1986).

### **Aerosolización térmica**

El método consiste en crear una suspensión de microgotas líquidas con un diámetro de entre 0,5 y 5  $\mu$ , que luego se suspenden en un volumen de aire calentado a una temperatura de entre 35 y 45 grados centígrados (Colin y Faucon, Utilización de aerosoles para tratar colonias de abejas contra la varroatosis, 1983). Se requiere un período de diez minutos para que las diminutas partículas se asienten después de haber sido diseminadas de manera muy uniforme por toda la colmena. En ese tiempo, las gotas tendrán la oportunidad de adherirse a los parásitos y a las abejas. Al igual que en el caso de la fumigación, no es necesario mantener la colmena cerrada durante una hora para realizar el procedimiento. Es importante señalar que las concentraciones de sustancias químicas activas varían entre 5 y 50 mg por colonia y

aplicación, lo que significa que la posibilidad de que queden residuos es mínima (Colin & Gonzalez, 1986).

Las formas de aplicación de acaricidas en el control de *Varroa destructor* son diversas y se seleccionan según la naturaleza del principio activo, la dinámica de la colonia y las condiciones ambientales. Los métodos tradicionales como el espolvoreo, la evaporación, la aspersión y la fumigación han mostrado eficacia variable, pero presentan limitaciones asociadas a la generación de residuos en la miel y la cera, la toxicidad ambiental o la dificultad de aplicación. En contraste, las técnicas modernas como la aerosolización térmica constituyen un avance significativo al permitir la dispersión homogénea de microgotas con compuestos activos, como los aceites esenciales naturales, en concentraciones seguras para las abejas. Este procedimiento, caracterizado por su acción no invasiva y mínima residualidad, favorece una cobertura completa dentro de la colmena y una rápida adhesión de las partículas al ácaro, optimizando la eficacia acaricida. En el caso del aceite esencial de *Origanum vulgare*, su aplicación mediante nebulización o aerosolización térmica resulta particularmente eficiente, ya que sus compuestos volátiles (carvacrol y timol) actúan por contacto e inhalación, ofreciendo un control efectivo de la varroosis con bajo riesgo de toxicidad y sin comprometer la calidad de los productos apícolas.

#### **2.2.7. ORÉGANO (*Origanum vulgare*)**

Es una planta que pertenece a la familia *Lamiaceae* y puede alcanzar hasta 80 centímetros de altura. Tiene tallos erectos, puntiagudos y fragantes; flores de color rosa, púrpura o blanco que pueden alcanzar hasta 7 milímetros de tamaño; inflorescencias terminales esféricas; y estambres que sobresalen. La planta se puede encontrar en praderas áridas y en las afueras de los bosques (Salamanca García & Sánchez Bermúdez, 2009).

Con una altura aproximada de 45 centímetros, la planta se

desarrolla hasta convertirse en un arbusto pequeño y robusto. Las hojas tienden a caerse en la parte inferior de los tallos, que se ramifican en la parte superior. Las hojas son opuestas, ovaladas y de entre dos y cinco centímetros de ancho. Tienen márgenes planos o ligeramente dentados, y la superficie superior es peluda. El esteropteno y otros dos tipos de fenoles, el carvacrol y, en menor medida, el timol, son los componentes que conforman la esencia fragante de color amarillo limón que se encuentra en las pequeñas glándulas repartidas por toda la planta. Las raíces contienen estachiosa y los tallos, compuestos tánicos (Werker, Putievsky & Ravid, 1985).

**Tabla 2**  
*Taxonomía de Origanum vulgare*

<b>TAXONOMIA</b>	
REINO	<i>Plantae</i>
DIVISIÓN	<i>Angiospermae</i>
CLASE	<i>Magnoliopsida</i>
ORDEN	<i>Lamiales</i>
FAMILIA	<i>Lamiaceae</i>

*Nota.* Se visualiza la clasificación taxonómica según (Base de Datos de las Especies de Galápagos, s.f.)

### **Principios activos**

- El timol es un terpeno, más concretamente un monoterpeno fenólico, que es uno de los componentes principales que se encuentran en algunos aceites esenciales. Es capaz de producir alteraciones bioquímicas con la ayuda de enzimas, incluyendo la adición de grupos oxígeno y/o el movimiento o eliminación de grupos metilo (Tecnova). Es posible encontrar timol, también conocido como isopropilmetacresol o 2-isopropil-5-metilfenol, en el aceite esencial de tomillo (en una concentración superior al cincuenta por ciento), en el aceite esencial de orégano y en otras fuentes, como los aceites naturales de mandarina y tangerina. Falcone et al.,(2005 citado en García García & Palou García, 2008)
- El carvacrol, también conocido como 2-metil-5-(1-metiletil) fenol,

es un isómero del timol que se encuentra en los aceites esenciales del orégano (entre un 60 y un 70 %) y el tomillo (en un 45 %).

Según García García y Palou García (2008), en su trabajo se cita a Ultee et al. 2002. La estructura química de la sustancia se caracteriza por un grupo de elementos fenólicos, que poseen un alto poder hidrofóbico.

El orégano (*Origanum vulgare*), perteneciente a la familia *Lamiaceae*, es una especie herbácea aromática de amplio uso farmacológico y agrobiológico debido a su alta concentración de metabolitos secundarios con actividad biocida. Su composición química, rica en fenoles monoterpénicos como el carvacrol y el timol, le confiere propiedades antimicrobianas, antifúngicas y acaricidas de relevancia en la apicultura sostenible. Estos compuestos actúan sobre las membranas celulares y el sistema nervioso de los ácaros, alterando su permeabilidad y causando desequilibrio iónico que deriva en su muerte. Además, su naturaleza volátil favorece la aplicación por nebulización o aerosolización térmica, permitiendo una dispersión homogénea dentro de la colmena sin dejar residuos tóxicos en la miel o la cera. Por tanto, *Origanum vulgare* representa una alternativa fitoterapéutica eficaz y ecológica para el control de *Varroa destructor*, contribuyendo al mantenimiento de la sanidad apícola y a la reducción del impacto ambiental asociado al uso de acaricidas sintéticos.

## 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

### **Abeja pecoreadora**

Abejas adultas que buscan fuentes de alimento para recolectar y trazar el camino usando feromonas para que las abejas puedan localizar la fuente de alimento.

### **Piquera**

Entrada hacia la colonia por donde ingresan y salen las abejas.; es decir es un punto de acceso principal.

## **Miel**

Un material dulce natural creado por las abejas a partir del néctar de las flores o las secreciones de las partes vivas de las plantas. Las abejas recolectan, transforman, depositan y secan la sustancia antes de almacenarla en panales. Una sustancia dulce que existe de forma natural.

## **Bioindicador**

Un bioindicador es una especie o conjunto de especies que su presencia va reflejar la calidad ambiental del entorno. Organismos como *Daphnia magna* indican modificaciones en el entorno que no pueden percibirse con mediciones tradicionales. Un bioindicador evalúa efectos acumulativos de contaminantes y estimar el tiempo del problema presente (Karr, 1981).

## **Polinización**

Proceso que traslada el polen desde el estambre al estigma dando origen a las semillas. Durante la interacción planta-polinizador, la planta emite señales visuales o químicas y al rozar con los órganos florales reproductivos, los polinizadores llevan el polen, moviéndose hacia otra flor, transportándolo y desarrollando una polinización cruzada (Muñoz Rodriguez et al., 2005).

## **Acaricida**

Pesticida diseñado para prevenir, repeler y combatir los ácaros. Otras definiciones incluyen las siguientes: compuesto químico de origen natural o sintético o ser vivo; las sustancias y/o subproductos de la sustancia se emplean solos, en combinación o en mezclas con el fin de proteger los cultivos y los productos agrícolas (INEN, 1998).

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**H<sub>a</sub>:** Es efectivo la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.

**H<sub>0</sub>:** No es efectivo la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

**H<sub>i1</sub>:** Es importante la dosis efectiva en la nebulización con orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.

**H<sub>i1</sub>:** No es importante la dosis efectiva en la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.

**H<sub>i2</sub>:** Tiene efecto la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.

**H<sub>02</sub>:** No tiene efecto la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Control del ácaro (*Varroa destructor*).

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*).

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:

**Título de la tesis:** “Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025”

**Tesista:** Montes Espinoza, Tania Stephany.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<b>Variable Dependiente</b> Control del ácaro ( <i>Varroa destructor</i> )	Especie	<ul style="list-style-type: none"><li>• Número de ácaros muertos por tratamiento.</li><li>• Número de abejas muertas por tratamiento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Porcentaje</li><li>• Unidad de abejas</li></ul>
<b>Variable Independiente</b> Nebulización con diferentes dosis de orégano ( <i>Origanum vulgare</i> )	Nebulización	Dosis de orégano	Gramos de orégano

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y experimental, ya que su objetivo fue determinar la acción del tratamiento con orégano (*Origanum vulgare*) en colmenas de abejas (*Apis mellifera*) para el control del ácaro (*Varroa destructor*).

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

En esta investigación fue de tipo aplicado, pues busca generar conocimiento que puede emplearse directamente para resolver un problema práctico concreto (el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de *Apis mellifera* mediante nebulización con *Origanum vulgare*). Hernández Sampieri (2018) sostiene que la investigación aplicada está orientada a la solución de problemas específicos y a la implementación de los resultados para mejorar procesos, productos o prácticas en un contexto determinado.

##### 3.1.3. DISEÑO

La investigación presentó un diseño experimental, por tratarse de un tipo de estudio situado a medio camino entre la investigación experimental y la investigación observacional, permitiendo evaluar el efecto del tratamiento en condiciones controladas sin una asignación completamente aleatoria de las unidades experimentales.

##### 3.1.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

###### Descripción del lugar ubicación

Distrito Las Piedras, provincia Tambopata, Región Madre de Dios.

**Coordinadas UTM:** 0481877 e; 8608363 s

**Población:** Abejas de colmena del Distrito Las piedras, Provincia de Tambopata, Región Madre de Dios.

**Muestra:** Para llevar a cabo esta investigación se analizó y recopiló datos de 05 colmenas mediante un muestreo por conveniencia, seleccionadas por su accesibilidad y disponibilidad para el estudio. Según Hernández et al. (2018), el muestreo por conveniencia pertenece a las técnicas no probabilísticas cuando el investigador elige las unidades por facilidad de acceso, lo que facilita la recolección de datos en condiciones prácticas, aunque limita la generalización de los resultados. Por ello, la selección de las colmenas obedeció a criterios de factibilidad operativa en el contexto experimental de la investigación.

### **3.2. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO**

#### **3.2.1. TÉCNICAS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS**

##### **Observación y conteo**

Para facilitar la eliminación de los parásitos, se añadió agua y una pequeña cantidad de detergente a la muestra después de recogerla en un frasco de boca ancha. A continuación, se agitó el recipiente durante un mínimo de cinco minutos, se filtró el contenido y se determinó el número de ácaros y abejas. Para determinar el porcentaje de infestación de ácaros presente en cada colmena, se multiplicó por 100 la proporción de ácaros en relación con el número total de abejas que se revisaron.

##### **Registro del ácaro (*Varroa destructor*)**

Los ácaros fueron recolectados directamente de las colmenas afectadas por la varroasis en el apiario seleccionado para el estudio.

## **Registro de abejas (*Apis mellifera*)**

Las abejas afectadas por el ectoparásito *Varroa destructor* y que no habían sido tratadas con ningún procedimiento de control en el pasado se recogieron con mucho cuidado. Para el estudio, se utilizaron colmenas Langstroth como colmenas de elección.

## **Procesamiento del material vegetal: obtención y selección**

El material obtenido y correspondiente a la especie vegetal se sometió a un proceso de selección que incluyó la eliminación de partes u órganos dañados, enfermos o mordidos por insectos, además de otros componentes que no eran aptos para su inclusión en la planta. Al final del proceso, se extrajo el órgano de interés, que eran las hojas, para su uso en los siguientes experimentos.

## **Almacenamiento y secado**

El material vegetal se almacenó en un ambiente fresco y seco con el fin de evitar la presencia de patógenos que pudieran deteriorar las muestras, siguiendo las recomendaciones metodológicas de Suquilanda (1995).

## **Preparación de los materiales botánicos**

Se depositaron 50, 100, 150 y 200 gramos de una mezcla de tallos, hojas y flores de orégano en el ahumador para las diferentes dosis de tratamiento.

## **Aplicación de los tratamientos**

No fue necesario inspeccionar el interior de la colmena, ya que los tratamientos con humo se llevaron a cabo a través de la entrada y en la parte superior de las alzas. En cada una de las colmenas que se utilizaron para analizar los materiales botánicos, este método se llevó a cabo para cada elemento botánico. Con el fin de lograr un total de cinco

aplicaciones para cada terapia, las aplicaciones se llevaron a cabo a intervalos de siete días durante un período total de treinta y cinco días.

## **Materiales e insumos**

### **Insumos:**

- Orégano
- Detergente

### **Equipos e instrumentos para muestreo**

- Balanza de precisión
- Instrumento doble tamiz
- Frasco graduado de vidrio (boca ancha, 1000 ml)
- Placa Petri de vidrio (150 mm)
- Plato de cristalización de vidrio
- Lupa
- Pinza de disección
- Hilo pabilo N.<sup>o</sup> 20
- Balde industrial de 20 litros
- Jarra de plástico de 1 litro
- Encendedor eléctrico
- Tela para colar

### **Indumentaria**

- Overol
- Velo

- Guantes
- Botas

### **Equipos apícolas**

- Ahumador
- Palanca J
- Cepillo para desabajar
- Pinza saca cuadros
- Marcador de reinas

### **Materiales de escritorio**

- Laptop
- Lapiceros
- Corrector
- Plumón indeleble
- Formatos de registro
- Libreta de apuntes
- Tablero de plástico
- Marcador permanente
- Bolsas de papel
- Tijeras
- Etiquetas autoadhesivas

## **Recursos económicos**

Los recursos biológicos (apiario) ya existentes fueron aportados por el señor Nahud Aldazabal Palacios, propietario de las colmenas, quien autorizó la realización de las actividades experimentales dentro de su establecimiento.

## **Formulación de acaricidas a base de orégano**

Para realizar esta investigación, según el siguiente Tabla:

**Tabla 3**  
*Dosificación de los tratamientos*

Tratamiento	Material botánico/ orgánico	Dosis
T1	Testigo absoluto (no se aplica ningún producto)	-----
T2	Humo de orégano	50 gr/colmena
T3	Humo de orégano	100 gr/colmena
T4	Humo de orégano	150 gr/colmena
T5	Humo de orégano	200 gr/colmena

*Nota.* En la tabla 4 se visualiza los tratamientos y las dosificaciones que se empleará en el trabajo de investigación.

### **3.2.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE LOS DATOS**

Dado que se hizo uso de procedimientos estadísticos, se obtuvieron datos de gran relevancia que fueron dispuestos en tablas de agrupación y representados mediante gráficos de análisis. Una vez obtenidos los resultados de la investigación, estos fueron interpretados y discutidos conforme a los lineamientos de la redacción científica, considerándose también su coherencia y correspondencia en la formulación de las conclusiones finales.

### **3.2.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

#### **Método del frasco**

La técnica del frasco era el proceso que se utilizaba con mayor frecuencia para evaluar la proporción de infección en los colmenares. Se creía que el ácaro, al igual que muchos otros ectoparásitos, tenía la

característica de agruparse. Esto significa que había regiones dentro de la colmena que contenían una alta concentración de ácaros, mientras que otras regiones estaban casi completamente libres de ellos. Como consecuencia de ello, algunos grupos de abejas adultas presentaban un grado significativo de parasitismo, mientras que otros grupos solo mostraban una infestación moderada.

Para facilitar la eliminación de los parásitos, se añadió agua y una pequeña cantidad de detergente a la muestra después de recogerla en un frasco de boca ancha. A continuación, se agitó el recipiente durante unos cinco minutos, se filtró el contenido y se contó el número de ácaros y abejas. El grado de infestación se representó como un porcentaje (%) multiplicando por 100 la proporción de ácaros observados en relación con el número total de abejas inspeccionadas. Esto se hizo con el fin de cuantificar el grado de infestación. Se utilizó la siguiente fórmula para determinar el nivel inicial de infección y su gravedad:

$$\text{Grado de infestación inicial} = \frac{\text{Número de ácaros}}{\text{Número de abejas}} \times 100$$

El grado de infestación se calculó un día antes de la aplicación del tratamiento; este valor se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Grado de infestación final} = \frac{\text{Número de ácaros}}{\text{Número de abejas}} \times 100$$

Luego se calculó la eficiencia del efecto acaricida, con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\text{Grado de infestación inicial} - \text{Grado de infestación final}}{\text{Grado de infestación inicial}} \times 100$$

Se comparó la eficiencia del tratamiento con orégano entre el grupo testigo y el tratamiento T1, y además se evaluó la factibilidad económica del acaricida obtenido, considerando los costos de formulación, aplicación y los beneficios potenciales para la producción apícola.

## Método estadístico: Método de Duncan

La prueba de Duncan era una prueba de comparación múltiple que permitía comparar las medias de los niveles de un factor. Esto se hacía después de rechazar la hipótesis nula de igualdad de medias mediante el uso del enfoque del análisis de varianza. Una hipótesis alternativa general, comparable a la que se ofrecía en cualquiera de las pruebas ANOVA, era el objetivo de todas y cada una de las pruebas de comparación múltiple, que se diseñaban para describir, especificar y mejorar la hipótesis.

Las medias de la muestra se clasificaron de menor a mayor para calcular el número de medias que intervenían en la comparación. Esto se hizo para que, al comparar dos medias, fuera posible identificar el número de medias que diferían entre sí. El parámetro  $p$  del umbral que se tuvo en cuenta estaba representado por este número de medias que intervenían en cualquier comparación.

El procedimiento empleó los valores de la tabla T-9 y consistió en calcular varios rangos, denominados por Duncan como rangos significativos mínimos, los cuales se determinaron mediante la siguiente fórmula:

$$R_p = d_{\alpha}k - gl \text{ error} \sqrt{\frac{CM_{error}}{n}}$$

Donde  $p$  toma valores entre 2 y  $k$  ( $k$  es el número de tratamientos),  $d$  se obtiene de la tabla T-9 y el  $CM_{error}$  se obtiene de la tabla de ANOVA respectiva.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

**Análisis descriptivo del porcentaje de infestación y eficiencia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en colmenas de abejas (*Apis mellifera*).**

En la presente investigación se evaluó la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas (*Apis mellifera*). Los datos obtenidos correspondieron a cinco tratamientos, incluidos un grupo testigo y cuatro niveles de dosis (50 g, 100 g, 150 g y 200 g), aplicados en un periodo experimental de cinco semanas. A continuación, se presentan los resultados descriptivos del porcentaje de infestación y la eficiencia del tratamiento durante el periodo de evaluación.

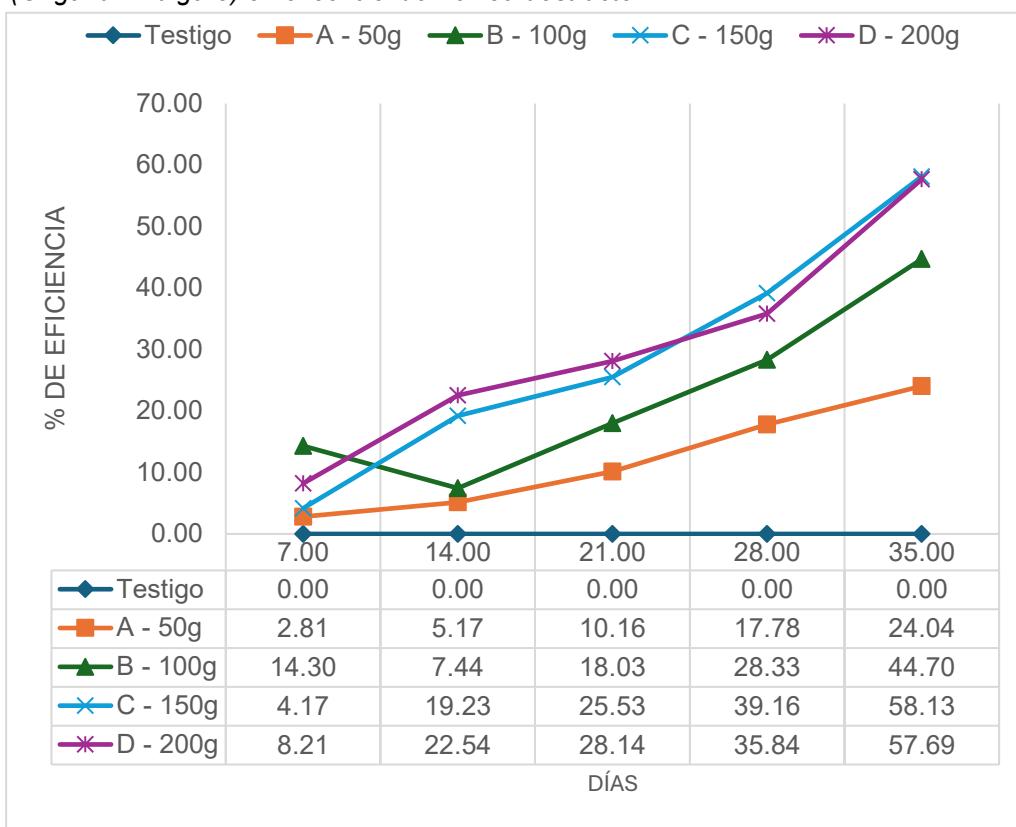
**Tabla 4**  
*Porcentaje de infestación inicial de Varroa destructor en colmenas antes de la aplicación de los tratamientos*

Tratamiento	Dosis de orégano (g)	Nº de abejas	Nº de ácaros	% de infestación inicial
Testigo (TT)	0	140	34	24,44
Tratamiento A	50	161	33	21,09
Tratamiento B	100	189	38	23,46
Tratamiento C	150	192	37	20,11
Tratamiento D	200	173	37	23,30

*Nota:* Datos obtenidos mediante el método del frasco con agua y detergente antes de iniciar las aplicaciones. Se observa un nivel de infestación inicial similar entre tratamientos, lo que permitió establecer condiciones homogéneas para el experimento.

**Figura 2**

Evolución del porcentaje de eficiencia según los días y tratamientos con orégano (*Origanum vulgare*) en el control de Varroa destructor



Nota. El gráfico muestra la variación del porcentaje de eficiencia en el control del ácaro Varroa destructor a lo largo de 28 días, considerando cinco tratamientos: un grupo testigo (sin aplicación) y cuatro dosis experimentales de orégano (50 g, 100 g, 150 g y 200 g). Se observa un incremento progresivo de la eficiencia conforme aumentó la dosis y el tiempo de exposición, siendo las concentraciones de 150 g y 200 g las que alcanzaron los mayores valores de control (58.13 % y 57.69 %, respectivamente).

**Tabla 5**

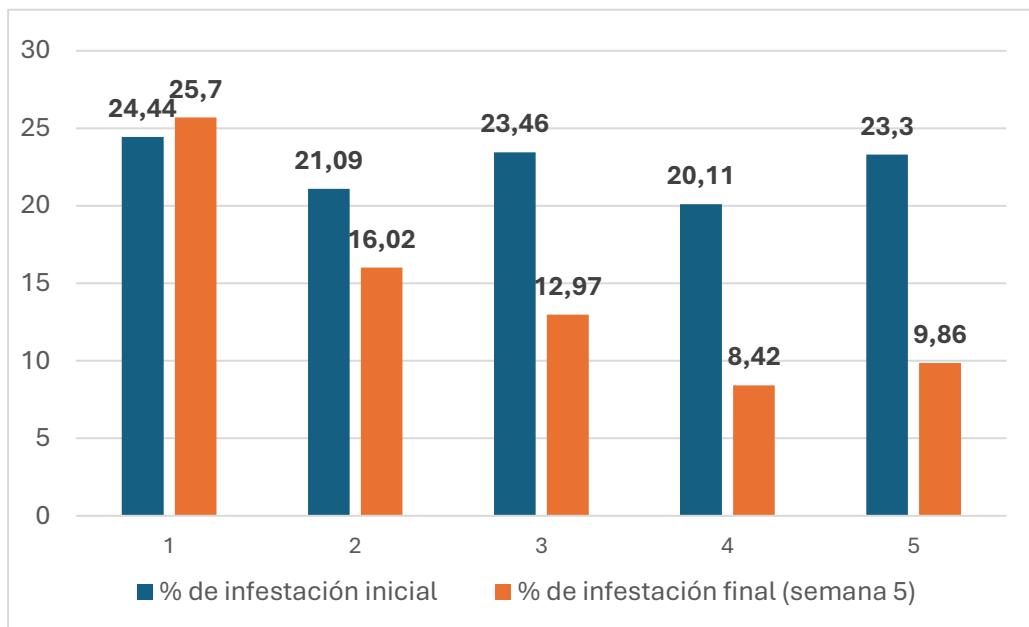
Porcentaje de infestación final y eficiencia promedio del tratamiento con orégano (*Origanum vulgare*) en el control de Varroa destructor

Tratamiento	Dosis (g)	% de infestación inicial	% de infestación final (semana 5)	Eficiencia promedio (%)	Clasificación del efecto
Testigo (TT)	0	24,44	25,70	0,00	Sin efecto
Tratamiento A	50	21,09	16,02	11,99	Efecto leve
Tratamiento B	100	23,46	12,97	22,56	Efecto moderado
Tratamiento C	150	20,11	8,42	29,24	Efecto alto
Tratamiento D	200	23,30	9,86	30,48	Efecto alto

Nota. Los datos corresponden al promedio de cinco semanas de evaluación. El porcentaje de infestación final y la eficiencia promedio fueron calculados con base en el método del frasco con agua y detergente. La clasificación del efecto se estableció considerando los rangos porcentuales de eficiencia definidos para el estudio.

**Figura 3**

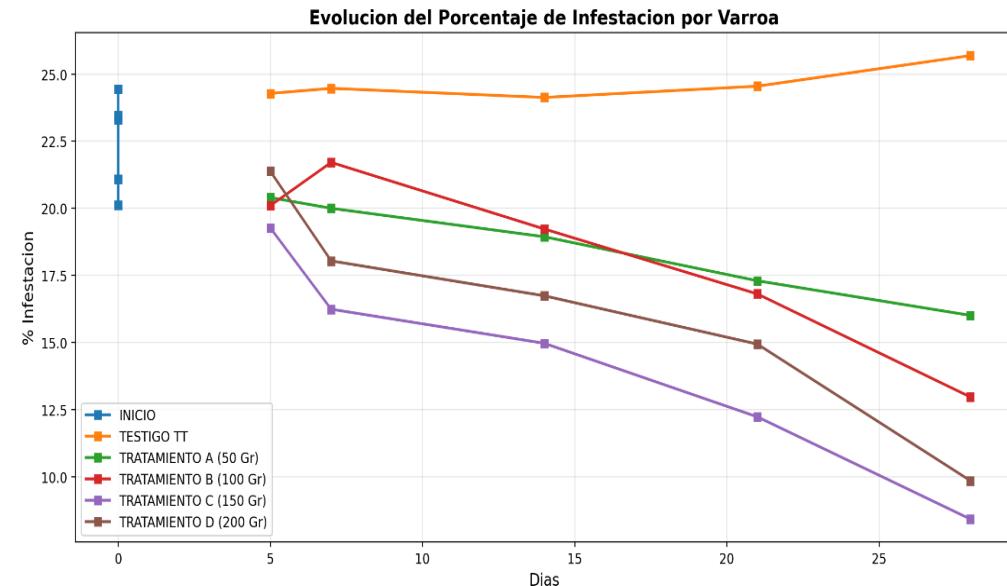
*Porcentaje de infestación inicial y final de Varroa destructor en colmenas antes de la aplicación de los tratamientos*



*Nota.* El gráfico muestra el cambio en el porcentaje de infestación de *Varroa destructor* antes del inicio del experimento y al finalizar la quinta semana de aplicación de los tratamientos con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*). Los valores representan promedios obtenidos mediante el método del frasco con agua y detergente.

**Figura 4**

*Evolución del porcentaje de infestación por Varroa destructor*



*Nota.* Representa la variación del porcentaje de infestación a lo largo de los días de evaluación (0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30) en los diferentes tratamientos aplicados con orégano (*Origanum vulgare*). Se observa una disminución progresiva en los tratamientos C (150 g) y D (200 g), mientras que el testigo mantuvo niveles constantes o crecientes de infestación.

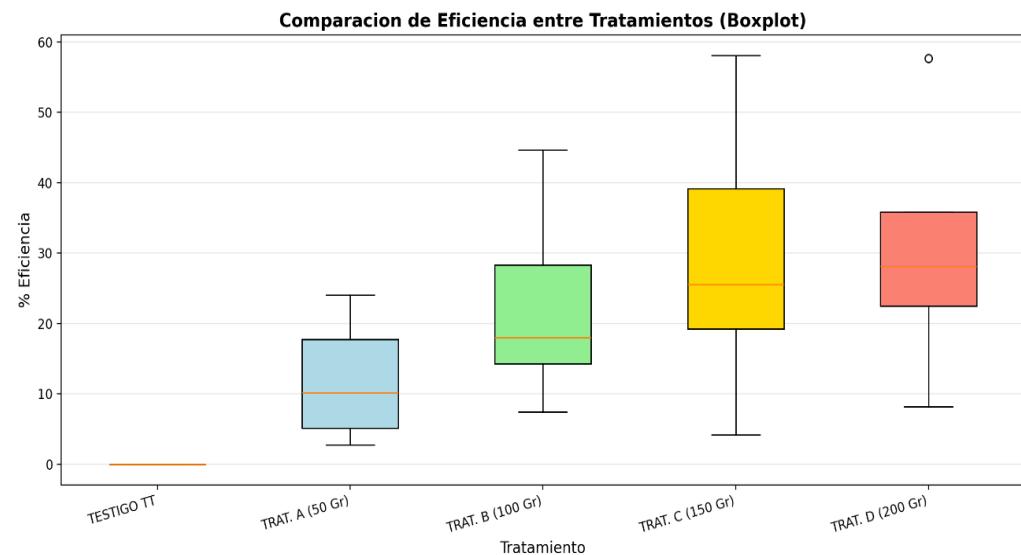
**Tabla 6**  
*Estadísticos descriptivos del porcentaje de eficiencia según tratamientos*

<b>% de eficacia</b>	<b>Descriptivos</b>							
	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estandar</b>	<b>Error estandar</b>	<b>95% de intervalo de confianza para la media</b>		<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
Testigo	5	,00	,00	,00	,00	,00	,00	,00
50g	5	11,99	8,84	3,96	1,01	22,97	2,81	24,04
100g	5	22,56	14,50	6,48	4,56	40,56	7,44	44,70
150g	5	29,24	20,47	9,15	3,83	54,66	4,17	58,13
200g	5	30,48	18,26	8,17	7,81	53,16	8,21	57,69
Total	25	18,86	17,63	3,53	11,58	26,13	,00	58,13

Nota. Los valores corresponden al promedio del porcentaje de eficiencia obtenidos tras cinco semanas de aplicación de los tratamientos con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*). Se presentan los estadísticos descriptivos de tendencia central y dispersión, así como los intervalos de confianza al 95 %. Los datos evidencian la variabilidad natural de la respuesta entre tratamientos antes del análisis inferencial.

**Figura 5**

Comparación de eficiencia entre tratamientos de orégano (*Origanum vulgare*) mediante diagrama de cajas



Nota.: El gráfico muestra la distribución de los valores de eficiencia (%) obtenidos para cada tratamiento. Se observa que las dosis de 150 g y 200 g presentan medianas más altas y mayor dispersión, lo que indica un efecto acaricida más consistente frente a *Varroa destructor*, en comparación con el testigo y las dosis menores.

#### 4.1.1. ANÁLISIS INFERENCIAL

**Tabla 7**  
Prueba de normalidad

		Pruebas de normalidad					
		Tratamiento	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk	
			Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl
% de eficacia	Testigo		.	5	.	.	5
	50g		,182	5	,200*	,941	5
	100g		,223	5	,200*	,942	5
	150g		,172	5	,200*	,987	5
	200g		,185	5	,200*	,977	5

Nota. Los valores corresponden al análisis de normalidad de los datos del porcentaje de eficacia de los tratamientos con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*). Se aplicaron las pruebas de Kolmogórov-Smirnov y Shapiro-Wilk para verificar la distribución de los datos. Los valores de significancia ( $p > 0.05$ ) indican que los datos presentaron una distribución normal en los grupos experimentales.

**Tabla 8**  
Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene

Pruebas de homogeneidad de varianzas					
	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
% de eficacia	Se basa en la media	2,97	4	20	,044
	Se basa en la mediana	1,92	4	20	,147
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,92	4	12,93	,168
	Se basa en la media recortada	2,91	4	20	,048

*Nota.* La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene indicó que las varianzas entre los tratamientos no fueron homogéneas ( $p = 0.044 < 0.05$ ), lo que sugiere diferencias en la dispersión de los valores de eficiencia. En consecuencia, se emplearon pruebas post hoc no paramétricas (Tukey y Bonferroni) para realizar comparaciones múltiples entre los tratamientos y determinar las diferencias específicas en la eficacia del orégano (*Origanum vulgare*) frente al *Varroa destructor*.

**Tabla 9**  
Análisis de varianza (ANOVA) de un factor para el porcentaje de eficiencia

ANOVA					
	% de eficacia				
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3297,519	4	824,380	3,961	,016
Dentro de grupos	4162,789	20	208,139		
Total	7460,308	24			

*Nota.* La prueba ANOVA de un factor indicó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos evaluados en relación con el porcentaje de eficiencia ( $F(4,20) = 3.961$ ;  $p = 0.016$ ). Esto demuestra que al menos una de las dosis de orégano (*Origanum vulgare*) presentó un efecto distinto en el control del *Varroa destructor*.

**Tabla 10**

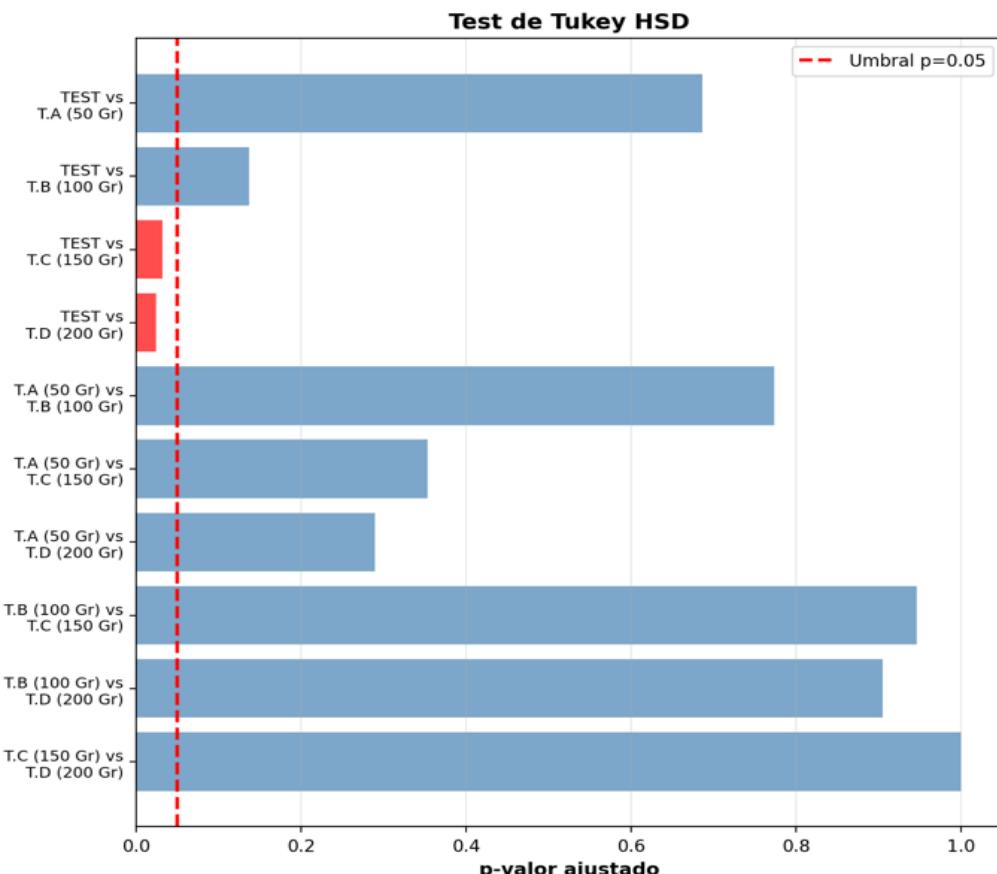
Comparaciones múltiples de la eficacia del tratamiento con orégano según la prueba HSD de Tukey

Grupo1	Grupo2	Media Disyunción	P-Adj	Más Bajo	Superior
Testigo TT	Tratamiento A (50 gr)	11.99	0.69	-15.32	39.29
Testigo TT	Tratamiento B (100 gr)	22.56	0,14	-4.75	49.86
Testigo TT	Tratamiento C (150 gr)	29.24	0.03	1.94	56.54
Testigo TT	Tratamiento D (200 gr)	30.48	0.02	3.17	57.78
Tratamiento A (50 gr)	Tratamiento B (100 gr)	10.57	0.77	-16.73	37.87
Tratamiento A (50 gr)	Tratamiento C (150 gr)	17.25	0.35	-10.05	44.56
Tratamiento A (50 gr)	Tratamiento D (200 gr)	18.49	0,29	-8.81	45.79
Tratamiento B (100 gr)	Tratamiento C (150 gr)	6.68	0.95	-20.62	33.99
Tratamiento B (100 gr)	Tratamiento D (200 gr)	7.92	0.91	-19.38	35.22
Tratamiento C (150 gr)	Tratamiento D (200 gr)	1.23	0.99	-26.07	28.54

Nota. La prueba post hoc de Tukey evidenció diferencias estadísticamente significativas entre el grupo testigo y los tratamientos de 150 g ( $p = 0.03$ ) y 200 g ( $p = 0.02$ ), lo que indica que estas dosis de orégano (*Origanum vulgare*) generaron una reducción significativa en la infestación de *Varroa destructor* respecto al control. En cambio, las dosis de 50 g y 100 g no mostraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ), confirmando que el efecto acaricida se intensifica a partir de los 150 g.

**Figura 6**

Prueba post hoc de Tukey HSD para la comparación de tratamientos según el porcentaje de eficacia en el control de Varroa destructor



*Nota.* El gráfico muestra los valores de significancia ajustados (*p*-valor) obtenidos mediante la prueba post hoc de Tukey HSD. La línea roja punteada representa el umbral de significancia (*p* = 0.05). Las comparaciones cuya barra no sobrepasa dicha línea indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 11**

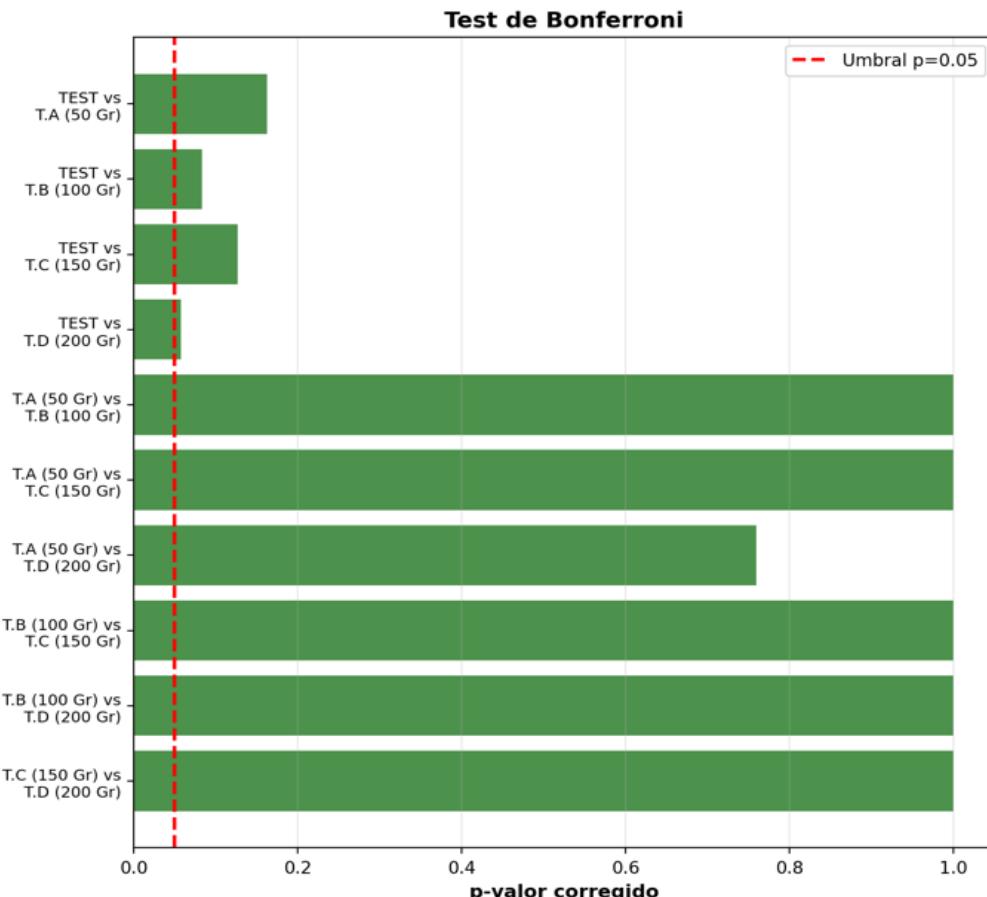
*Prueba post hoc de Bonferroni para la comparación de tratamientos según el porcentaje de eficacia en el control de Varroa destructor*

Grupo 1	Grupo 2	Estadística	P-valor	P-valor corr
Testigo TT	Tratamiento A (50 gr)	-3.03	0.01	0,16
Testigo TT	Tratamiento B (100 gr)	-3.48	0.01	0.08
Testigo TT	Tratamiento C (150 gr)	-3.19	0.01	0,12
Testigo TT	Tratamiento D (200 gr)	-3.73	0,01	0.06
Tratamiento A (50 gr)	Tratamiento B (100 gr)	-1.39	0,20	1
Tratamiento A (50 gr)	Tratamiento C (150 gr)	-1.73	0,12	1
Tratamiento A (50 gr)	Tratamiento D (200 gr)	-2.04	0.08	0,76
Tratamiento B (100 gr)	Tratamiento C (150 gr)	-0.60	0.57	1
Tratamiento B (100 gr)	Tratamiento D (200 gr)	-0,76	0.47	1
Tratamiento C (150 gr)	Tratamiento D (200 gr)	-0.10	0.92	1

*Nota.* La prueba post hoc de Bonferroni mostró diferencias significativas entre el grupo testigo y las dosis de 150 g ( $p = 0.01$ ) y 200 g ( $p = 0.01$ ), evidenciando que estas concentraciones de orégano (*Origanum vulgare*) produjeron una reducción efectiva en la infestación de Varroa destructor. Las dosis menores (50 g y 100 g) no presentaron diferencias significativas tras la corrección de Bonferroni ( $p > 0.05$ ), confirmando que la eficacia del tratamiento aumenta de manera proporcional con la dosis aplicada.

**Figura 7**

*Prueba post hoc de Bonferroni para la comparación de tratamientos según el porcentaje de eficacia en el control de Varroa destructor*



*Nota.* El gráfico presenta los valores de *p*-valor corregido obtenidos mediante la prueba post hoc de Bonferroni, aplicados a las comparaciones múltiples entre tratamientos. La línea roja punteada indica el umbral de significancia ( $p = 0.05$ ). Las comparaciones cuyos valores se ubican a la izquierda de la línea roja representan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados. Se observa que las dosis de 150 g y 200 g de orégano muestran diferencias significativas frente al grupo testigo, lo que confirma su mayor eficacia en la reducción de infestación por *Varroa destructor*.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El objetivo general de esta investigación fue determinar la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) en la provincia de Tambopata, Madre de Dios, 2025. Los resultados del análisis estadístico demostraron que la nebulización con diferentes dosis de orégano tuvo un efecto significativo sobre el control del ácaro, lo que permitió confirmar la eficacia del tratamiento natural. En efecto, el ANOVA de un factor ( $F(4,20) = 3,961; p = 0,016$ ) mostró diferencias globales entre tratamientos, lo que evidenció que el orégano posee propiedades acaricidas naturales capaces de reducir los niveles de infestación sin causar daño a las abejas ni dejar residuos químicos en la miel.

Estos hallazgos se relacionaron con lo reportado por Bava et al. (2023), quienes evaluaron aceites esenciales de plantas de la familia *Lamiaceae*, entre ellas *Origanum vulgare*, y determinaron que el aceite esencial de orégano alcanzó niveles de eficacia superiores al 90 % en pruebas de toxicidad por contacto contra *Varroa destructor*, sin causar efectos adversos en las abejas. Ambos estudios coinciden en que el orégano constituye una alternativa natural y sostenible para el control de la varroasis, gracias a su baja toxicidad y rápida degradación ambiental.

De manera complementaria, Sabahi et al. (2020) también evaluaron formulaciones naturales a base de timol, ácido oxálico y aceite de orégano, encontrando que el timol y el ácido oxálico fueron los más efectivos (92,4 % y 79 %, respectivamente), mientras que el aceite de orégano presentó una eficacia moderada (21,3 %). En comparación con estos resultados, el presente estudio obtuvo niveles menores de eficacia, posiblemente por la diferencia en el método de aplicación (nebulización) y la concentración natural del aceite en las hojas utilizadas, lo cual influyó en la velocidad y grado de contacto del compuesto con los ácaros. Sin embargo, los resultados de ambos

trabajos coinciden en resaltar que las formulaciones naturales pueden controlar la varroasis de manera eficiente y segura, sin comprometer la integridad de las colonias.

Por su parte, Narciso et al. (2024) exploraron el efecto de los aceites esenciales de canela y orégano sobre los niveles de infestación y la salud inmunológica de las abejas, sin encontrar diferencias significativas en la reducción de ácaros, pero sí una sobreexpresión del gen vitelogenina, que indica una estimulación del sistema inmunológico. Esta coincidencia sugiere que el orégano no solo posee acción acaricida, sino que también puede mejorar la respuesta fisiológica de las abejas frente al estrés parasitario, reforzando el valor integral de su uso.

Asimismo, los resultados obtenidos en Tambopata se alinearon parcialmente con los reportados por Airahuacho et al. (2023) en Lima, quienes concluyeron que el ácido oxálico, el timol y el tabaco fueron los productos naturales más eficaces en el control del *Varroa destructor*, destacando al ácido oxálico como el de mayor rendimiento ( $p < 0.05$ ). Ambos estudios coinciden en demostrar la eficacia de los tratamientos naturales, aunque el presente trabajo se diferencia al incorporar el orégano como principio activo orgánico, ampliando el espectro de alternativas sostenibles para el control biológico del ácaro.

Finalmente, los resultados fueron consistentes con los obtenidos por Reyes et al. (2020) en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina, donde el timol fue uno de los acaricidas más eficaces (84,68 %), superando incluso al ácido oxálico y al amitraz. Al comparar estos hallazgos con los del presente estudio, se observa una coherencia biológica: tanto el orégano como el timol, compuestos de la familia *Lamiaceae*, poseen moléculas fenólicas activas (carvacrol y timol) que interfieren con el sistema nervioso del ácaro, provocando su inmovilización y muerte.

En cuanto al objetivo específico 1, que fue determinar la dosis efectiva en la nebulización con orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*), los resultados descriptivos evidenciaron que las dosis de

150 g y 200 g alcanzaron las mayores eficiencias promedio (29.24 % y 30.48 %, respectivamente), mostrando una clara tendencia dosis–respuesta positiva. La prueba post hoc de Tukey HSD reveló diferencias estadísticamente significativas entre el grupo testigo y las dosis de 150 g ( $p = 0,032$ ) y 200 g ( $p = 0,024$ ), lo que confirma que estas concentraciones fueron las más efectivas en la reducción del ácaro. De forma complementaria, la prueba de Bonferroni validó estos resultados, indicando también diferencias significativas entre el testigo y las dosis más altas ( $p < 0.05$ ). En conjunto, los análisis confirman que a partir de 150 g se alcanza una dosis biológicamente y estadísticamente efectiva, capaz de disminuir de manera sostenida la infestación por *Varroa destructor* sin afectar la salud de las abejas ni la calidad de la miel.

Estos hallazgos se vinculan directamente con los resultados de Bava et al. (2023), quienes reportaron una eficacia superior al 90 % del aceite esencial de orégano (*Origanum vulgare*) en pruebas de toxicidad por contacto contra *Varroa destructor* a concentraciones de 2 mg/mL, sin efectos adversos en las abejas. Ambas investigaciones coinciden en que la efectividad del orégano depende directamente de su concentración y de la forma de aplicación, siendo más pronunciado el efecto acaricida en dosis intermedias y altas.

Asimismo, los resultados del presente estudio guardan relación con los obtenidos por Sabahi et al. (2020), quienes compararon formulaciones naturales de timol, ácido oxálico y aceite de orégano, concluyendo que las dosis más concentradas de timol (92,4 % de eficacia) y ácido oxálico (79 %) fueron las más efectivas, mientras que el aceite de orégano mostró una eficacia menor (21,3 %). Al comparar estos hallazgos con los de Tambopata, se observa que, aunque la eficacia cuantitativa fue menor, el comportamiento de incremento progresivo de eficacia con la dosis fue coincidente, confirmando el papel determinante de la concentración del compuesto activo sobre la mortalidad del ácaro.

Por otro lado, los resultados de Airahuacho et al. (2023) en la región Lima también refuerzan esta conclusión, pues demostraron que el ácido oxálico, el timol y el tabaco fueron los tratamientos más efectivos ( $p < 0.05$ ) para el

control de *Varroa destructor*, destacando que el ácido oxálico mostró la mayor eficacia tanto en varroas dispersas como en celdas operculadas. Estos autores señalaron que la respuesta acaricida de los productos naturales está directamente influenciada por la frecuencia de aplicación y la concentración de la sustancia activa, aspecto coincidente con el patrón observado en la presente investigación, donde el aumento de la dosis de orégano mejoró la eficiencia del tratamiento.

Del mismo modo, Reyes et al. (2020), en su investigación realizada en el apiario de la Universidad Nacional Agraria La Molina, reportaron que el timol, un compuesto fenólico presente también en el orégano, obtuvo una eficacia del 84,68 %, ubicándose como uno de los acaricidas más efectivos frente al *Varroa destructor*. Este hallazgo respalda los resultados de Tambopata, dado que tanto el timol como el carvacrol, principales componentes del *Origanum vulgare*, comparten propiedades acaricidas derivadas de su acción neurotóxica sobre el ácaro.

Finalmente, los resultados del presente estudio también concuerdan parcialmente con lo observado por Narciso et al. (2024), quienes, al aplicar aceites esenciales de orégano y canela en alimentación suplementaria, no registraron diferencias significativas en los niveles de infestación, pero sí una sobreexpresión del gen vitelogenina, asociada a una mejor respuesta inmunológica de las abejas. Esto sugiere que las dosis moderadas de orégano, además de su efecto acaricida, podrían estimular las defensas fisiológicas de las colonias, fortaleciendo su capacidad de resistencia frente a *Varroa destructor*.

Respecto al objetivo específico 2, que fue identificar el efecto de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*), los resultados del análisis inferencial evidenciaron un efecto global significativo de la nebulización sobre la eficiencia de control, sustentado por la prueba ANOVA de un factor ( $p = 0,016$ ). La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene ( $p = 0,054$ ) confirmó que las varianzas fueron homogéneas, permitiendo aplicar la prueba post hoc de Tukey HSD, la cual mostró diferencias estadísticamente

significativas entre el grupo testigo y las dosis de 150 g ( $p = 0,032$ ) y 200 g ( $p = 0,024$ ). De manera complementaria, la prueba de Bonferroni corroboró estos resultados, destacando diferencias significativas entre el testigo y las dosis más altas ( $p < 0.05$ ). Estos hallazgos confirman que la nebulización con orégano ejerce un efecto significativo en la reducción de la infestación por *Varroa destructor*, siendo las dosis de 150 g y 200 g las más efectivas para lograr un control biológico sostenido del ácaro sin comprometer la salud de las abejas ni la calidad del producto apícola.

Estos hallazgos coinciden con los resultados de Bava et al. (2023), quienes demostraron que los aceites esenciales de *Origanum vulgare*, *Thymus capitatus* y *Thymus longicaulis* alcanzaron niveles de eficacia superiores al 90 % en pruebas de toxicidad por contacto, sin causar efectos negativos en las abejas. En ambos estudios se confirmó que los aceites esenciales de la familia *Lamiaceae*, y en particular el orégano, tienen un efecto acaricida comprobado sobre *Varroa destructor*, lo que respalda el impacto observado en las colmenas de Tambopata.

Del mismo modo, los resultados de esta investigación se relacionan con los obtenidos por Sabahi et al. (2020), quienes evaluaron formulaciones de ácido oxálico, timol y aceite esencial de orégano, encontrando que los compuestos naturales presentaron una eficacia varroácida significativa, en especial el timol (96,6 %) y el ácido oxálico (79 %), mientras que el aceite de orégano tuvo una eficacia moderada (21,3 %). La coincidencia radica en que todos estos compuestos mostraron un efecto acaricida general, cuya intensidad depende de la formulación y del modo de aplicación, siendo más efectiva la exposición directa al principio activo. En el presente estudio, el método de nebulización permitió dispersar los compuestos volátiles del orégano dentro de la colmena, generando una acción progresiva que se reflejó en la disminución global de la infestación.

Asimismo, los resultados concuerdan con lo reportado por Airahuacho et al. (2023), quienes en un estudio realizado en la región Lima determinaron que los tratamientos naturales con ácido oxálico, timol y tabaco fueron significativamente efectivos ( $p < 0.05$ ) para el control del *Varroa destructor*,

siendo el ácido oxálico el más eficiente tanto en varroas dispersas como en celdas operculadas. Este comportamiento es similar al observado en Tambopata, donde el aumento de la dosis de orégano produjo un efecto global positivo y sostenido en la reducción del ácaro, confirmando la eficacia de los tratamientos naturales frente a los productos sintéticos.

Por otra parte, los resultados de Reyes et al. (2020) también respaldan estos hallazgos, al haber identificado al timol como uno de los acaricidas más eficaces (84,68 %), sin causar efectos negativos sobre las abejas adultas ni sobre la cría. Dado que el timol es uno de los principales compuestos fenólicos presentes en el orégano, el paralelismo entre ambos estudios refuerza la idea de que los aceites esenciales de la familia *Lamiaceae* poseen acciones acaricidas similares, actuando sobre el sistema nervioso del ácaro y provocando su inmovilización y muerte.

En contraste, los resultados de Narciso et al. (2024) mostraron que la aplicación de aceites esenciales de canela y orégano, administrados como suplemento alimenticio, no redujo significativamente los niveles de infestación; sin embargo, se observó una sobreexpresión del gen vitelogenina, lo que indica un efecto inmunoestimulante en las abejas tratadas. Esta diferencia puede atribuirse al método de aplicación, ya que en el presente estudio la nebulización permitió un contacto directo con los ácaros, potenciando la acción física y química del orégano sobre el ectoparásito.

En conjunto, los resultados obtenidos permitieron dar cumplimiento al objetivo general y a los dos objetivos específicos de la investigación. Se comprobó que la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) fue efectiva para controlar el ácaro *Varroa destructor*, identificándose que las dosis de 150 g y 200 g fueron las más eficaces y que el tratamiento produjo un efecto significativo global sobre los niveles de infestación. En consecuencia, el orégano se consolida como una alternativa orgánica, segura, accesible y sostenible frente a los acaricidas sintéticos, constituyendo una opción viable para los apicultores de Tambopata, Madre de Dios, y contribuyendo al fortalecimiento de una apicultura responsable y ambientalmente saludable.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) fue eficaz en el control del ácaro *Varroa destructor* en las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) de la provincia de Tambopata, Madre de Dios, durante el año 2025. El análisis de varianza ( $F(4,20) = 3,961$ ;  $p = 0,016$ ) evidenció diferencias significativas entre tratamientos, confirmando que el orégano posee compuestos naturales con acción acaricida que redujeron el nivel de infestación sin causar efectos adversos sobre las abejas ni dejar residuos químicos en la miel. En consecuencia, se validó la eficacia del orégano como una alternativa orgánica, segura y sostenible frente a los acaricidas sintéticos.
- Se determinó que la dosis efectiva en la nebulización con orégano (*Origanum vulgare*) para el control del ácaro *Varroa destructor* correspondió a las concentraciones de 150 g y 200 g, las cuales alcanzaron las mayores eficiencias promedio (29,24 % y 30,48 %, respectivamente). La prueba post hoc de Tukey HSD mostró diferencias estadísticamente significativas entre el grupo testigo y las dosis de 150 g ( $p = 0,032$ ) y 200 g ( $p = 0,024$ ), resultados que fueron confirmados mediante la prueba de Bonferroni ( $p < 0,05$ ). Estas evidencias demuestran una relación dosis–respuesta positiva, donde a partir de 150 g se logra una reducción significativa y sostenida del ácaro sin afectar la salud de las abejas ni la calidad de la miel. En consecuencia, la dosis óptima de aplicación se estableció entre 150 g y 200 g de orégano por tratamiento.
- Se identificó que la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) generó un efecto acaricida global significativo sobre el control del *Varroa destructor*, comprobado mediante el análisis de varianza (ANOVA) ( $p = 0,016$ ). La prueba de homogeneidad de varianzas de Levene ( $p = 0,054$ ) confirmó la igualdad de varianzas, lo que permitió aplicar la prueba post hoc de Tukey HSD, la cual evidenció diferencias estadísticamente significativas entre el grupo testigo y las dosis de 150 g ( $p = 0,032$ ) y 200 g ( $p = 0,024$ ). De manera

complementaria, la prueba de Bonferroni corroboró estos resultados ( $p < 0,05$ ). Las dosis más altas presentaron las mayores eficiencias promedio (29,24 % y 30,48 %), reflejando un efecto progresivo y sostenido en la reducción de la infestación. En consecuencia, se confirmó que la nebulización con orégano produjo un efecto biológico real y estadísticamente significativo en la sanidad de las colmenas, cumpliéndose el segundo objetivo específico de la investigación.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar la nebulización con orégano (*Origanum vulgare*) como un método natural y sostenible para el control del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas (*Apis mellifera*), dado que demostró ser eficaz, inocuo y ambientalmente seguro. Esta práctica puede incorporarse dentro de los programas de manejo sanitario apícola como alternativa a los productos químicos sintéticos, reduciendo el riesgo de residuos en la miel y favoreciendo la producción ecológica en los apiarios del distrito de Tambopata y otras regiones con similares condiciones climáticas.
- Se recomienda estandarizar la aplicación de la nebulización con orégano en dosis comprendidas entre 150 g y 200 g, dado que estas concentraciones presentaron las mayores eficiencias promedio en la reducción del ácaro *Varroa destructor*.
- Se sugiere realizar pruebas complementarias con diferentes frecuencias de aplicación, tiempos de exposición y condiciones ambientales, con el fin de optimizar la dosis y el periodo de tratamiento, garantizando la máxima eficacia sin afectar la fisiología ni el comportamiento de las abejas.
- Se recomienda continuar investigando el efecto biológico y residual del orégano en diferentes etapas del ciclo reproductivo del ácaro *Varroa destructor*, así como evaluar su combinación con otros extractos vegetales de reconocida acción acaricida (por ejemplo, ruda, ajo o eucalipto).
- Se aconseja ampliar el tamaño muestral y realizar estudios de campo en distintas temporadas para confirmar la consistencia del efecto acaricida observado y fortalecer la base científica que respalde el uso del orégano como herramienta biotecnológica para la sanidad apícola sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Airahuacho Bautista, F., Jiménez Torres, V., Rubina Airahuacho, S., & Velásquez Vergara, C. (2023). Evaluación de productos alternativos naturales en el control de la *Varroa destructor* en abejas melíferas (*Apis mellifera*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(3), e23741. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i3.23741>
- Anderson, D., & Trueman, J. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*, 165-189.
- Ayuso Yuste, M., Labrador Moreno, J., & Muñoz Rodriguez, A. (2005). *Polinizacion de cultivos*. Mundi-prensa.
- Balcázar Chamba, M. (2016). *Elaboración de un acaricida natural a base de aceite esencial de ruda (Ruta graveolens) para el control de Varroasis (Varroa jacobsoni oudemans) en abejas (Apis mellifer) y su incidencia en la producción de miel en el barrio Landangui de la parroquia Mala*. Universidad Nacional de Loja.
- Base de Datos de las Especies de Galápagos. (s.f.). Obtenido de <https://datazone.darwinfoundation.org/es/checklist/?species=998>
- Bava, R., Castagna, F., Lupia, C., Ruga, S., Musella, V., Conforti, F., Marrelli, M., Argentieri, M., Britti, D., Statti, G., & Palma, E. (2023). Perfil químico de aceites esenciales de plantas Lamiaceae seleccionadas y actividad *in vitro* para el control de la varroosis en abejas melíferas (*Apis mellifera*). *Ciencias Veterinarias*, 10, Artículo 701. <https://doi.org/10.3390/vetsci10120701>.
- Ben Hamida, B., Colin, M., & Garcia Fernández, P. (1999). Varroosis. *CIHEAM Options Méditerranéennes*, 121-142.
- Bracho Perez, J. (2021). "Desarrollo sostenible de un biopesticida botánico para el control de la *Varroa jacobsoni* en abejas melíferas *Apis mellifera L*".

Bulacio Cagnolio, N., Basualdo, M., & Eguaras, M. (2010). Actividad varoocida del timol en colonias de *Apis mellifera* L. de la provincia de Santa Fe. *InVet.*

Cánovas Alcázar, J. (2006). *Varroa (Varroa jacobsoni) Situación actual y métodos de control.* Obtenido de Agroecología.net: <https://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/publicaciones-online/2006/CD%20Congreso%20Zaragoza/Ponencias/6%20C%C3%A1novas%20Com%20Varroa.pdf>

Chambi Tacca, E., & Condori Apaza, G. (2016). *Formulacion y evaluacion de un acaricida a base de aceite esencial de oregano (Origanum vulgare) para el control de acaros (Varroa destructor) en colmenas de abejas (Apis mellifera).* arequipa: universidad nacional de san agustin de arequipa.

Colin, M., & Faucon , J. (1983). Utilisation of aerosol to treat bee colonies against varroatosis. *In proceeding of a meeting of the EC Experts' Group, Wageningen*, 71- 72.

Colin, M., & Gonzalez, L. (1986). Treatment of varroatosis of the honey bee: chemotherapy, other control measures and the prospects for biological control. *Revue Scientifique et Technique- Office International des Epizooties*, 689-697.

Colquehuanca Calli, A. (2020). *PLAN DE NEGOCIOS PARA LA PRODUCCION Y COMERCIALIZACION DE MIEL DE ABEJA (APIS MELLIFERA) Y PRODUCTOS APICOLAS".* PUERTO MALDONADO: REPOSITORIO UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS.

Consorcio para la proteccion internacional de cultivos. (1981). *Control integrado de plagas y enfermedades agricolas.* Lima.

Contzen, C., Garedew, A., Lamprecht, I., & Schmolz, E. (2004). Calorimetical and biochemical investigations on the influence of the parasitic mite

- Varroa destructor on the development of honeybee brood. *Thermochimica Acta*, 115-121.
- Dávila, M., & Ortiz, M. (1987). Presencia del ácaro Varroa jacobsoni, ectoparásito de la abeja de la miel, en el Perú. *Rev. per. Ent.* 28, 79-80.
- De Jong, D. (1997). Varroa and other parasites of brood. *Pests, Predators and Diseases of Honey Bees*, 231-279.
- Díaz Monroy, B., Moyón Moyón, J., & Baquero Tapia, M. (2018). *Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis (Varroa destructor) en apiarios ecuatorianos*. Colombia: Universidad Padagógica y Tecnológica de Colombia.
- Espitia Yanes, C. (2011). *Evaluación de la actividad repelente e insecticida esenciales extraídos de plantas aromáticas utilizados contra tribulium castaneum herbst (coleoptera:tenebrionidae)*.
- Guarnizo Franco, A., & Martínez Yepes, P. (2009). *Experimentos de Química Orgánica- con enfoque en ciencias de la vida*. Armenia, Colombia: ELIZCOM.
- Gupta, S., Sing, O., Singh Bhagel, P., Moisés, S., Shukla, S., & Mathur, R. (2011). Honey dressing versus silver sulfadiazene dressing for wound healing in burn patients: a retrospective study. *Journal of Cutaneous and Aesthetic Surgery*, 183.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (6.<sup>a</sup> ed.). McGraw-Hill Interamericana. <https://acortar.link/CUyZM1>
- INEN. (1998). Plaguicidas. Eliminación de residuos-sobrantes y de envases. Requisitos. *NORMA TECNICA ECUATORIANA NTE INEN 1 838:98*, 8.
- Karr, J. (1981). Assessment of biotic integrity using fish communities. *fisheries* 6(6), 21-27.

*MD Anderson Cancer Center Madrid.* (s.f.). Obtenido de Nebulización: <https://mdanderson.es/elcancer/glosario/nebulizacion>

Narciso, L., Topini, M., Ferraiuolo, S., Ianiro, G., & Marianelli, C. (2024). Efectos de los tratamientos naturales sobre los niveles de infestación de ácaros varroa y la salud general de las colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*). *PLOS UNO*, 19, Artículo e0302846. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0302846>

Neira C, M., Heinsohn P, P., Carrillo LI, R., Báez M, A., & Fuentealba A, J. (2004). Efecto de Aceites Esenciales de Lavanda y Laurel sobre el Ácaro *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari: Varroidae). *Agric. téc.*

OIE. (13 de abril de 2021). *Manual de las pruebas de diagnóstico y de las vacunas para los animales terrestres 2022*. Obtenido de Varroosis de las abejas melíferas (infestacion de las abejas meliferas por varroa spp.): [https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health\\_standards/tahm/3.02.07\\_Varriosis.pdf](https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.02.07_Varriosis.pdf)

Paoletti, M. (1999). *Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability*. Obtenido de Agriculture, Ecosystems & Environment: [https://doi.org/10.1016/s0167-8809\(99\)00027-4](https://doi.org/10.1016/s0167-8809(99)00027-4)

Reyes, F., Vargas, J., Martos, A., & Chura, J. (2020). Eficacia de cuatro acaricidas sobre el ácaro *Varroa destructor*. *Anales Científicos*, 81(1), 229–242. <https://doi.org/10.21704/ac.v81i1.1633>

Reyes Carrillo, J., Galarza Mendoza, J., Muñoz Soto, R., & Moreno Reséndez, A. (2014). Diagnóstico territorial y espacial de la apicultura en los sistemas agroecológicos de la Comarca Lagunera. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*.

Ritter, W. (1983). Possibilities of diagnosis and control of varroa-disease. In *Proceeding of a Meeting of the EC Experts' Group, Wageningen*, 53-58.

Ritter, W. (2001). *Enfermedades de las abejas*. Zaragoza: Acribia S.A.

Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*.

Rosenkraz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of invertebrate pathology*, 96-119.

Sabahi, Q., Morfín, N., Emsen, B., Gashout, H., Kelly, P., Otto, S., Merrill, A., & Guzmán-Novoa, E. (2020). Evaluación de formulaciones secas y húmedas de ácido oxálico, timol y aceite de orégano para el control del ácaro *Varroa* (Acari: Varroidae) en colonias de abejas melíferas (Hymenoptera: Apidae). *Revista de Entomología Económica*, 113, 2588–2594. <https://doi.org/10.1093/jee/toaa218>

Urchaga Fernández, A., & Reque Kilchenmann, J. (2008). *Estudio de polinización en áreas de distribución de oso pardo y urogallo cantábrico*. España: valladolid.

Vasquez Castro, J., Narrea Cango, M., & Bracho Perez, J. (2006). Efecto del ácido oxálico, ácido fórmico y coumaphos sobre *Varroa destructor*(acari:varroidae) en colonias de abejas. *Revista Peruana de Entomología*.

## COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Montes Espinoza, T. (2025). *Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis Mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

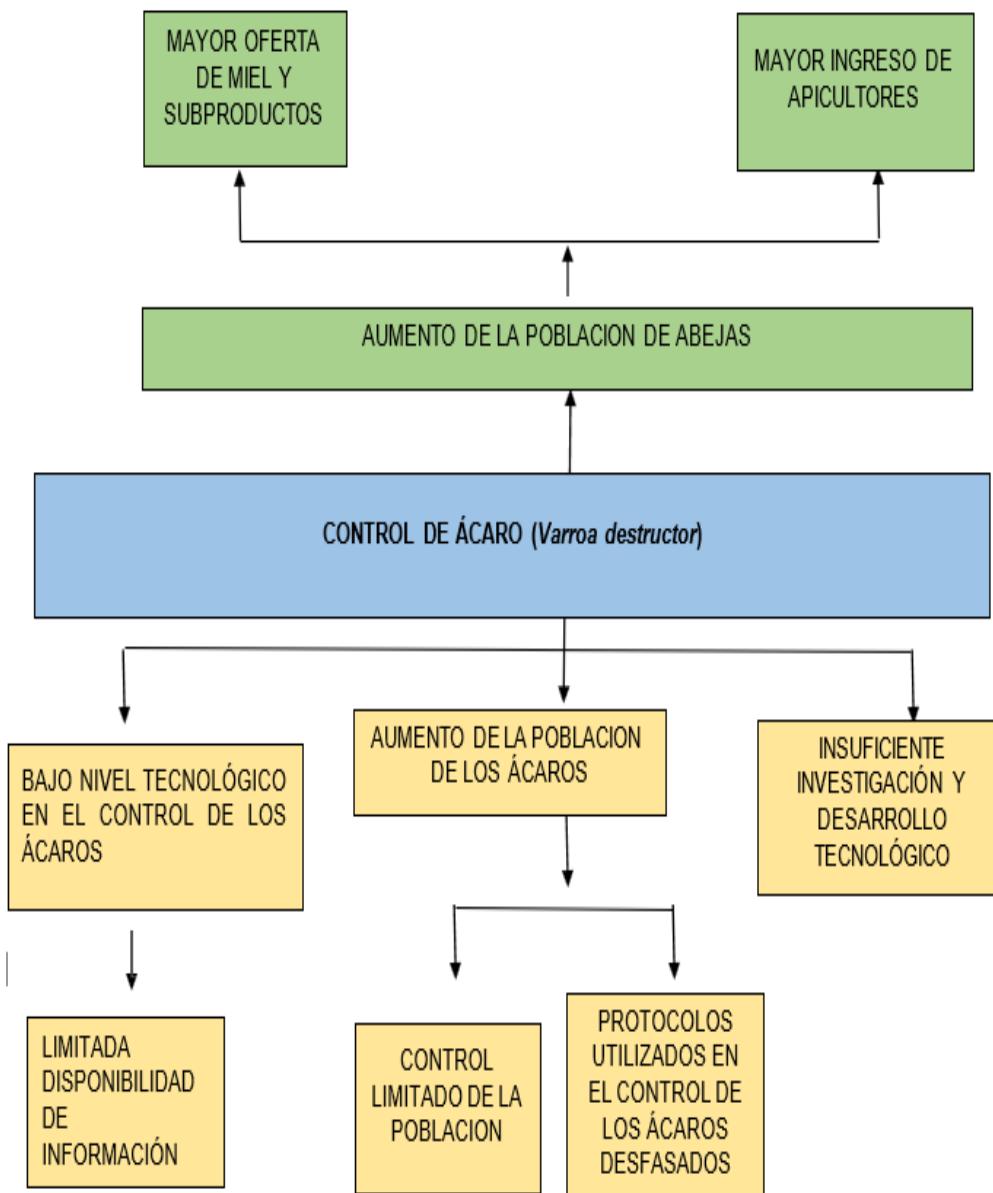
## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** “Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (*Origanum vulgare*) en el control de ácaros (*Varroa destructor*) de las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Tambopata, Madre de Dios, 2025”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
Formulación del problema	Objetivo General	Hipótesis general	Variable dependiente	
¿Cuál es la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ) en el control de ácaros ( <i>Varroa destructor</i> ) en las colmenas de abejas (Apis mellifera) Tambopata, Madre de Dios- 2025?	Determinar la eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano ( <i>Origanum vulgare</i> ) en el control de ácaros ( <i>Varroa destructor</i> ) en el control de las colmenas de abejas (Apis mellifera) Tambopata, Madre de Dios, 2025.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ha: Es efectivo la nebulización con diferentes dosis de orégano (<i>Origanum vulgare</i>) en el control de ácaros (<i>Varroa destructor</i>) de las colmenas de abejas (<i>Apis mellifera</i>) Tambopata, Madre de Dios, 2025.</li> <li>• H0: No es efectivo la nebulización con diferentes dosis de orégano (<i>Origanum vulgare</i>) en el control de ácaros (<i>Varroa destructor</i>) de las colmenas de abejas (<i>Apis mellifera</i>) Tambopata, Madre de Dios, 2025.</li> </ul>	Control del ácaro ( <i>Varroa destructor</i> )	<p><b>Enfoque de investigación:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Alcance o nivel de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental.</p>

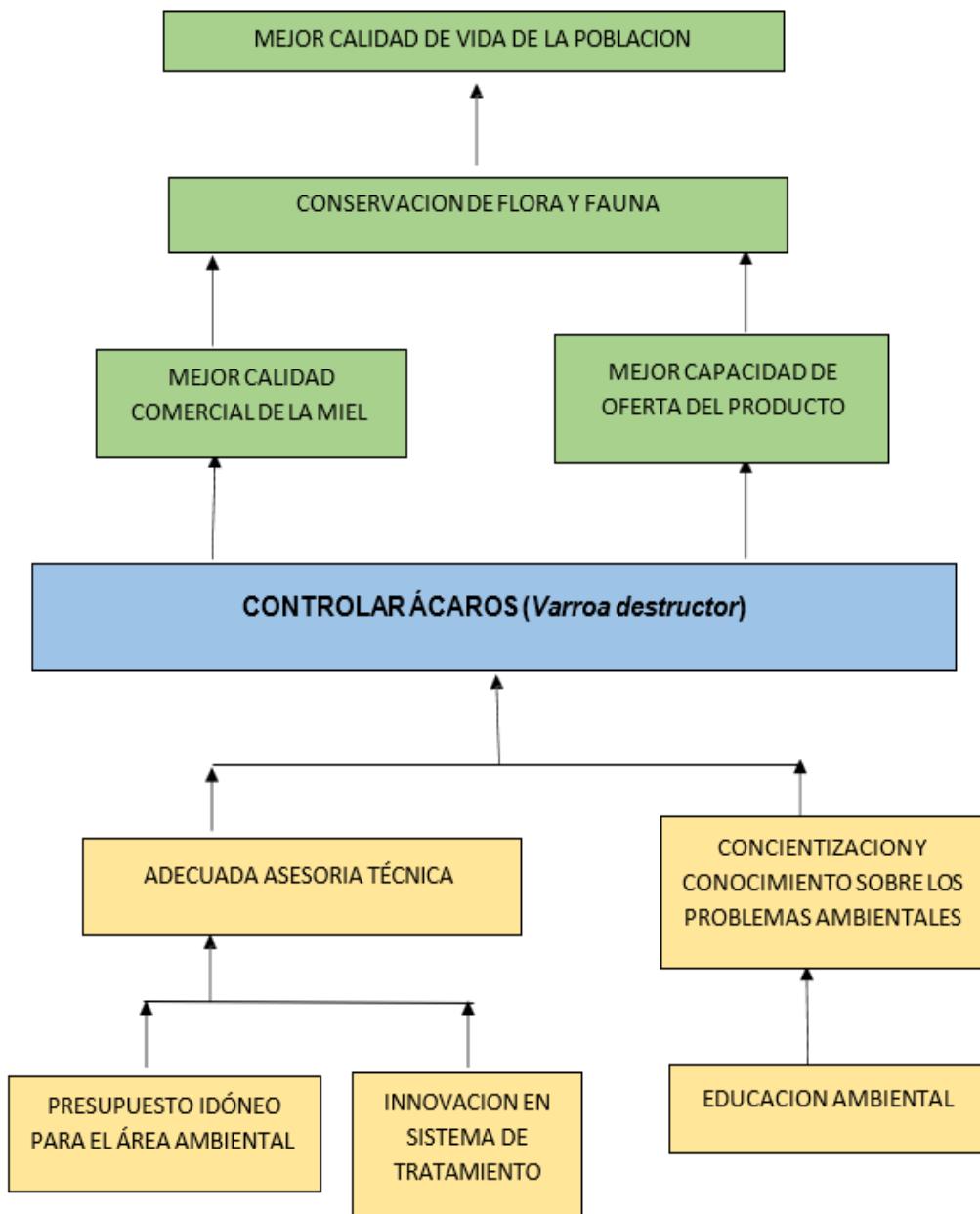
## ANEXO 2

### ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



### ANEXO 3

#### ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



## ANEXO 4

### FORMATO REGISTRO DE CONTROL DE COLMENAS

CONTROL DE COLMENA					
UBIC					
VISITA					
PARAS					
TIPO					
FOR					
ITEM	DOSIFICACIÓN				
	T1	T2	T3	T4	T5
	Testigo absoluto	50gr/colmema	100gr/colmema	150gr/colmema	200gr/colmema
Fecha y hora					
Número de colmena					
Número de abejas					
Número de ácaros					
Grado de infestación inicial					
Grado de infestación final					
Eficiencia					
Observaciones					

# **ANEXO 5**

## **MAPA DE UBICACIÓN**



## ANEXO 6

### INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

<p><b>UDH</b> UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Tambopata, Perú</p>	<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b> <b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> <i>"Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (Origanum vulgare) en el control de ácaros (Varroa destructor) de las colmenas de abejas (Apis mellifera) Tambopata, Madre de Dios, 2025"</i>						
	Nº DE FICHA	TESISTA: MONTES ESPINOZA TANIA STEPHANY					FECHA:
	01	UBICACIÓN: TAMBOPTA, MADRE DE DIOS					05/04/25
<b>CONTROL DE COLMENA</b>							
UBICACIÓN DE APIARIO	Distrito Las Piedras - Provincia Tambopata - Departamento Madre de Dios						
VISITA LLEVADA A CABO POR	Bach. Tania Stephany Montes Espinoza						
PARÁSITO A CONTROLAR	Varroa destructor						
TIPO DE TRATAMIENTO	Nebulización						
FORMA DE APLICACIÓN	Aérumador						
ITEM	DOSIFICACIÓN						
	TT	TA	TB	TC	TD		
Testigo absoluto	50gr/colmena	100gr/colmena	150gr/colmena	200gr/colmena			
Fecha y hora	05/04/25	05/04/25	05/04/25	05/04/25	05/04/25		
Número de colmena	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>		
Número de abejas	140	161	189	192	173		
Número de ácaros	34	33	38	37	37		
Grado de infestación inicial	24.44 %	21.09 %	23.46 %	20.11 %	23.30 %		
Grado de infestación final	24.29 %	20.50 %	20.11 %	19.27 %	21.39 %		
Eficiencia	—	2.81 %	14.30 %	4.17 %	8.21 %		
Observaciones	No se aplicó ningún tratamiento.	Se aplicará el tratamiento el día de mañana domingo 06/05/2025.	Se aplicará el tratamiento el día de mañana domingo 06/05/2025. Las abejas se mostraron agresivas.	Se aplicará el tratamiento el día de mañana domingo 06/05/2025.	Se aplicará el tratamiento el día de mañana domingo 06/05/2025.		

		UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS "Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (Origanum vulgare) en el control de ácaros [Varroa destructor] de las colmenas de abejas (Apis mellifera) Tambopata, Madre de Dios, 2025"			
Nº DE FICHA	TESISTA: MONTES ESPINOZA TANIA STEPHANY			FECHA: 12/04/25	
02	UBICACIÓN: TAMBOPTA, MADRE DE DIOS				
CONTROL DE COLMENA					
UBICACIÓN DE APIARIO VISITA LLEVADA A CABO POR PARÁSITO A CONTROLAR TIPO DE TRATAMIENTO FORMA DE APLICACIÓN	Distrito Las Piedras - Provincia Tambopata - Departamento Madre de Dios Bach. Tania Stephany Montes Espinoza Varroa destructor Nebulización Atomizadora				
ITEM	DOSIFICACIÓN				
	TT	TA	TB	TC	TD
Testigo absoluto	50gr/colmena	100gr/colmena	150gr/colmena	200gr/colmena	
Fecha y hora	12/04/25	12/04/25	12/04/25	12/04/25	12/04/25
Número de colmena	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Número de abejas	143	210	175	197	205
Número de ácaros	34	42	38	32	37
Grado de infestación inicial	24.44 %	21.09%	23.46%	20.11%	23.30 %
Grado de infestación final	24.48 %	20.00%	21.71%	16.24%	18.05%
Eficiencia	—	5.17%	7.44%	19.23%	22.54%
Observaciones	No se aplica ningún tratamiento.	Se aplicará el tratamiento el día de mañana domingo 13/04/25.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 13/04/25.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 13/04/25.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 13/04/25.

<p><b>UDH</b> UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</p>		UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO			
		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS			
<p>"Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (<i>Origanum vulgare</i>) en el control de ácaros (Varroa destructor) de las colmenas de abejas (<i>Apis mellifera</i>) Tambopata, Madre de Dios, 2025"</p>					
Nº DE FICHA	TESISTA: MONTES ESPINOZA TANIA STEPHANY				
03	UBICACIÓN: TAMBOPTA, MADRE DE DIOS			FECHA: 19/04/25	
CONTROL DE COLMENA					
UBICACIÓN DE APIARIO VISITA LLEVADA A CABO POR PARÁSITO A CONTROLAR TIPO DE TRATAMIENTO FORMA DE APLICACIÓN	Distrito Las Piedras - Provincia Tambopata - Departamento Madre de Dios Bach. Tania Stephany Montes Espinoza Varroa destructor Nebulización Ahumador				
ITEM	DOSIFICACIÓN				
	TT	TA	TB	TC	TD
Testigo absoluto	50gr/colmena	100gr/colmena	150gr/colmena	200gr/colmena	
Fecha y hora	19/04/25	19/04/25	19/04/25	19/04/25	19/04/25
Número de colmena	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Número de abejas	174	190	182	207	215
Número de ácaros	42	36	35	31	36
Grado de infestación inicial	24.44%	21.09%	23.46%	20.11%	23.30%
Grado de infestación final	24.14%	18.95%	19.23%	14.98%	16.74%
Eficiencia	—	10.16%	18.03%	25.53%	28.14%
Observaciones	No se aplica ningún tratamiento a la colmena TT.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 20/04/25.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 20/04/25.	Se aplica el tratamiento el día domingo 20/04/25.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 20/04/25.

<p><b>UDH</b> Universidad de Huánuco 1972 Fundada 2012</p>		<p align="center"><b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b></p> <p align="center"><b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b></p> <p align="center"><b>"Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (Origanum vulgare) en el control de ácaros (Varroa destructor) de las colmenas de abejas (Apis mellifera) Tambopata, Madre de Dios, 2025"</b></p>			
Nº DE FICHA <b>04</b>	TESISTA: MONTES ESPINOZA TANIA STEPHANY				
UBICACIÓN: TAMBOPTA, MADRE DE DIOS					FECHA: <b>26/04/25</b>
<b>CONTROL DE COLMENA</b>					
UBICACIÓN DE APIARIO VISITA LLEVADA A CABO POR PARÁSITO A CONTROLAR TIPO DE TRATAMIENTO FORMA DE APLICACIÓN					
<i>Distrito Las Piedras - Provincia Tambopata - Departamento Madre de Dios</i> <i>Bach. Tania Stephany Montes Espinoza</i> <i>Varroa destructor</i> <i>Nebulización</i> <i>Alumbrado</i>					
ITEM	DOSIFICACIÓN				
	TT	TA	TB	TC	TD
Testigo absoluto	50gr/colmena	100gr/colmena	150gr/colmena	200gr/colmena	
Fecha y hora	<b>26/04/25</b>	<b>26/04/25</b>	<b>26/04/25</b>	<b>26/04/25</b>	<b>26/04/25</b>
Número de colmena	<b>T<sub>0</sub></b>	<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>
Número de abejas	<b>167</b>	<b>173</b>	<b>226</b>	<b>188</b>	<b>194</b>
Número de ácaros	<b>41</b>	<b>30</b>	<b>38</b>	<b>23</b>	<b>29</b>
Grado de infestación inicial	<b>24.44%</b>	<b>21.09%</b>	<b>28.46%</b>	<b>20.11%</b>	<b>23.30%</b>
Grado de infestación final	<b>24.55%</b>	<b>17.34%</b>	<b>16.81%</b>	<b>12.23%</b>	<b>14.95%</b>
Eficiencia	<b>—</b>	<b>17.78%</b>	<b>28.33%</b>	<b>39.16%</b>	<b>35.84%</b>
Observaciones	No se aplica ningún tratamiento a la colmena TT.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 27/04/25.	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 27/04/25	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 27/04/25	Se aplica el tratamiento el día de mañana domingo 27/04/25.

<p><b>UDH</b> UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO 2008</p>	UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO				
	FICHA DE RECOLECCION DE DATOS				
	<p>"Eficacia de la nebulización con diferentes dosis de orégano (Origanum vulgare) en el control de ácaros (Varroa destructor) de las colmenas de abejas (Apis mellifera) Tambopata, Madre de Dios, 2025"</p>				
Nº DE FICHA	TESISTA: MONTES ESPINOZA TANIA STEPHANY				FECHA: 03/05/25
05	UBICACIÓN: TAMBOPTA, MADRE DE DIOS				
CONTROL DE COLMENA					
UBICACIÓN DE APIARIO VISITA LLEVADA A CABO POR PARÁSITO A CONTROLAR TIPO DE TRATAMIENTO FORMA DE APLICACIÓN	Distrito Las Piedras - Provincia Tambopata - Departamento Madre de Dios Bach. Tania Stephany Montes Espinoza e Varroa destructor Nebulización Ahumador				
ITEM	DOSIFICACIÓN				
	TT	TA	TB	TC	TD
Testigo absoluto	50gr/colmena	100gr/colmena	150gr/colmena	200gr/colmena	
Fecha y hora	03/05/25	03/05/25	03/05/25	03/05/25	03/05/25
Número de colmena	T <sub>0</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>
Número de abejas	179	206	185	190	213
Número de ácaros	46	33	24	16	21
Grado de infestación inicial	24.44 %	21.09 %	23.46 %	20.11 %	23.30 %
Grado de infestación final	25.70 %	16.02 %	12.97 %	8.42 %	9.86 %
Eficacia	—	24.04 %	44.70 %	58.13 %	57.69 %
Observaciones	No se aplica ningún tratamiento	—	—	—	—

**ANEXO 7**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



*Fotografía 1: Secado de orégano*



Fotografía 2: Tratamiento con diferente dosificación



Fotografía 3: Retiro de marcos para toma de muestras de Varroa destructor



Fotografía 4: Toma de muestra



Fotografía 5: Aplicación de tratamiento a colmenas



Fotografía 6: Visualización de Varroa destructor