



UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS PECUARIAS

EFFECTO DEL ÁCIDO OXÁLICO SOBRE EL CONTROL DE LA VARROASIS
(*Varroa destructor*) EN ABEJAS MELÍFERA

PROFESORA ASESORA:
MSc. CHAROLINE GUTIÉRREZ

ESTUDIANTE
RODERICK JOHEL DE LA CRUZ ATENCIO

8-977-171

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

**EFFECTO DEL ÁCIDO OXÁLICO SOBRE EL CONTROL DE LA VARROASIS
(*Varroa destructor*) EN ABEJAS MELÍFERA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL
DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

APROBADO:

PROF. MSc. CHAROLINE GUTIÉRREZ DIRECTOR _____

PROF. DR. REYNALDO VARGAS JURADO _____

PROF. DR. ALEX RÍOS JURADO _____

DAVID, CHIRIQUÍ REPÚBLICA DE PANAMÁ 2026

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por la familia maravillosa con la que me ha bendecido, por su amor incondicional, por creer siempre en mí y por ser ejemplo constante de esfuerzo, humildad y sacrificio.

Gracias por enseñarme a valorar cada logro, cada dificultad superada y cada oportunidad de aprender.

Expreso mi gratitud eterna a todas las personas que, de una u otra manera, han contribuido a mi crecimiento académico y personal.

A quienes me ofrecieron su apoyo, sus consejos y su sabiduría; compañeros de camino que compartieron conmigo los momentos de dudas, cansancio y esperanza.

A mi profesora asesora por su paciencia, dedicación y compromiso, por no rendirse y acompañarme con su guía constante hasta ver culminado este proyecto.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre Antonina Atencio y a mi padre Agustín De La Cruz, por todo su cariño y apoyo incondicional, por creer en mí y ser ejemplo de superación aun cuando el camino se tornó difícil, ustedes me enseñaron el valor del esfuerzo, la humildad y la constancia. A mi hermana por apoyarme en todo momento.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Objetivos	4
1.1.1.	Objetivo General	4
1.1.2.	Objetivos específicos	4
1.2	Hipótesis	4
II.	REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1	Estructura social de las abejas	6
2.1.1.	Reina	6
2.1.2.	Obrera.....	6
2.1.3.	Zángano.....	8
2.1.4.	Varroasis	9
2.1.5.	Morfología de la <i>Varroa destructor</i>	10
2.1.6.	Ciclo biológico.....	11
2.1.7.	Diseminación de la <i>varroa</i>	12
2.1.8.	Transmisión por parte del apicultor.....	13
2.1.9.	Síntomas de portar varroasis en la colmena.....	13
2.1.10.	Diagnóstico	13
2.1.11.	Tratamiento y control	14
2.1.12.	Ácido oxálico.....	15
III.	MARCO METODOLÓGICO.....	16
3.1	Ubicación	17
3.2	Materiales y métodos	17

3.3	Unidades experimentales.....	18
3.4	Diagnóstico del ácaro en la abeja adulta	18
3.5	Procesamiento de las muestras	19
3.6	Tratamientos	21
3.6.1.	Químico (fluvalinato).....	21
3.6.2.	Orgánico (ácido oxálico)	22
3.7	Diseño experimental	22
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
4.1	Diagnóstico	25
4.2	Eficacia de los tratamientos	26
4.3	Peso final de las colmenas	30
4.3.1.	Incremento de peso de las colmenas	32
4.4	Costo promedio de los tratamientos.....	34
V.	CONCLUSIONES.....	37
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la <i>Varroa destructor</i>	10
Tabla 2: Escala de nivel de infestación de varroasis.....	21
Tabla 3: Diagnóstico de apiario 1 y 2 en cámara de cría y piquera	26

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Castas de abejas melíferas: (a) zángano (macho), (b) reina (hembra reproductiva), y (c) obrera (hembra no reproductiva).....	8
Figura 2: Ciclo simplificado del ácaro, donde se muestra su fase de reproducción y su fase forética.....	12
Figura 3: Ubicación de la Universidad de Panamá, Chiriquí-Chiriquí.....	17
Figura 4: Proceso de recolección con baso; (a) frasco vacío con nombre y fecha, (b) recolección en campo, (c) Muestra obtenida.....	19
Figura 5: Procesamiento de muestras, (a) lavado de muestras, (b) conteo de abejas, (c) ácaros atrapados en la malla, (d) ácaros de varroa.....	20
Figura 6: Posición donde se colocó el tratamiento químico.....	21
Figura 7: Posición donde se colocó el tratamiento orgánico.....	22
Figura 8: Porcentaje de eficacia de los tratamientos químico y orgánico en los sitios de apiario, La Lajita y La Berrona. *** $p < 0.001$	27
Figura 9: Eficacia de tratamiento en porcentaje entre sitios de la colmena CC y P. ^{ns} $p < 0.05$	29
Figura 10: Mediana, mínimo y máximo del peso final entre tratamientos. ^{ns} $p < 0.05$. 32	
Figura 11: Mediana mínimo, mediana máxima en el incremento de peso en Kg. ^{ns} $p < 0.05$	33
Figura 12: Costo por tratamiento en los tratamiento químico y orgánico. *** $p < 0.001$	34

EFFECTO DEL ÁCIDO OXÁLICO SOBRE EL CONTROL DE LA VARROASIS (*Varroa destructor*) EN ABEJAS MELÍFERA

RODERICK JOHEL DE LA CRUZ ATENCIO.

RESUMEN

La varroasis, causada por el ácaro *Varroa destructor*, representa uno de los principales retos sanitarios en *Apis mellifera*, afectando la productividad y estabilidad de las colmenas. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de ácido oxálico en control de la varroasis en *Apis mellifera*. La investigación se desarrolló durante 40 días en dos apiarios de la Facultad de Ciencias Agropecuarias sede-Chiriquí, Universidad de Panamá, utilizando 18 colmenas del tipo Langstroth. Para ello, se diagnosticó el nivel inicial de infestación, se comparó la eficacia de ambos tratamientos, se analizó la variación del peso de las colmenas y se calculó el costo por colmena. El análisis estadístico incluyó las pruebas de Shapiro-Wilk, ANOVA factorial, Kruskal–Wallis, Chi cuadrado y regresión logística. Los resultados mostraron que la infestación inicial fue moderada y similar entre apiarios. El fluvalinato (químico) obtuvo la mayor eficacia (99.9%), mientras que el ácido oxálico (orgánico) logró valores entre el 75% y el 85%, considerados efectivos como alternativa orgánica. No se encontraron diferencias significativas en el peso final ni en el incremento de peso entre tratamientos, lo que indica que ambos tratamientos permitieron mantener la estabilidad biológica de las colmenas. En el análisis económico, el ácido oxálico presentó el menor costo por colmena (0.70 USD), frente al fluvalinato (5.40 USD). Se concluye que el fluvalinato fue el tratamiento más eficaz; sin embargo, el ácido oxálico se posiciona como la opción más viable y rentable.

Palabras clave: ácaro, colmena, control orgánico, control químico, eficacia, fluvalinato.

EFFECT OF OXALIC ACID ON THE CONTROL OF VARROASIS (*Varroa destructor*) IN HONEYBEES

RODERICK JOHEL DE LA CRUZ ATENCIO.

ABSTRACT

Varroasis, caused by the *Varroa destructor* mite, represents one of the main health challenges in *Apis mellifera*, affecting the productivity and stability of hives. The objective of this study was to evaluate the effect of oxalic acid on the control of varroasis in *Apis mellifera*. The research was conducted over 40 days in two apiaries at the Faculty of Agricultural Sciences, Chiriquí campus, University of Panama, using 18 Langstroth hives. To this end, the initial level of infestation was diagnosed, the efficacy of both treatments was compared, the variation in the weight of the hives was analyzed, and the cost per hive was calculated. The statistical analysis included Shapiro-Wilk, factorial ANOVA, Kruskal-Wallis, chi-square, and logistic regression tests. The results showed that the initial infestation was moderate and similar between apiaries. Fluvalinate (chemical) was the most effective (99.9%), while oxalic acid (organic) achieved values between 75% and 85%, considered effective as an organic alternative. No significant differences were found in final weight or weight gain between treatments, indicating that both treatments maintained the biological stability of the hives. In the economic analysis, oxalic acid had the lowest cost per hive (\$0.70), compared to fluvalinate (\$5.40). It is concluded that fluvalinate was the most effective treatment; however, oxalic acid. In the economic analysis, oxalic acid had the lowest cost per hive (\$0.70), compared to fluvalinate (\$5.40). It is concluded that fluvalinate was the most effective treatment; however, oxalic acid is positioned as the most viable and cost-effective option.

Keywords: fluvalinate, effectiveness, organic control, chemical control, mite, beehive

I. INTRODUCCIÓN

Las abejas constituyen un elemento fundamental para el mantenimiento de los ecosistemas, la polinización desempeña un papel fundamental en el mantenimiento de la biodiversidad siendo el 75% de los cultivos del mundo que producen frutos y semillas destinados al consumo humano dependen, de los polinizadores asegurando la supervivencia de muchas plantas, potenciando la regeneración de los bosques, proporcionando sostenibilidad y adaptación al cambio climático y mejorando a su vez la calidad y el volumen de los sistemas de producción agrícola (FAO, 2021).

Las abejas melíferas (*Apis mellifera*), son susceptibles a ser afectadas por una variedad de enfermedades y parásitos, que pueden tener un efecto nocivo en el desarrollo y productividad de sus colonias (OIRSA, 2012). Es necesario que el apicultor aprenda a reconocer algunas enfermedades de las abejas, esto permitirá tratar a tiempo una colonia enferma y evitar pérdidas económicas que pueden resultar cuantiosas.

En Panamá, el apicultor debe preocuparse básicamente por aquellas enfermedades que causan daños a la apicultura año tras año; y una de ellas es la infestación parasitaria conocida como varroasis (*Varroa destructor*). Esta enfermedad es considerada como el principal problema sanitario que afecta a la apicultura a nivel mundial, pues afectan a la abeja melífera en todos sus estadios de desarrollo crías y adultas (Martínez *et al.*, 2022).

Como señala Quirós (2023), una infestación severa de *V. destructor* puede causar la muerte de toda una colonia de abejas melífera entre tres y cuatro años posterior a su infestación, también este autor señala que, si no se trata una colonia contra este ácaro, no sobrevive más de dos años.

El daño que la varroasis causa depende del grado de infestación de las colonias, reportes científicos estiman que el efecto negativo sobre la productividad comienza cuando la población de ácaros alcanza 10% de infestación de las abejas adultas en una colonia; en este sentido, cuando la infestación llega a ser de 30 a 40%, normalmente termina con la colonia (Díaz *et al.*, 2019).

Se debe considerar el impacto de esta enfermedad parasitaria en la apicultura, la misma requiere tratamientos orgánicos o químicos para disminuir o eliminar los niveles de infestación en las colmenas. Uno de los productos alternativos que se ha utilizado en el tratamiento de la varroasis, corresponde al ácido oxálico (Adjlane *et al.*, 2016). Este ácido se produce de manera natural en forma de oxalatos en las raíces y rizomas de plantas de la familia Oxalis y Rumex, de las cuales fue aislado originalmente (Martínez, 2015) y se comercializa principalmente en cristales que contienen 71.4% de ácido oxálico anhidro y 28.6% de agua (Mariani *et al.*, 2003).

Se desconoce su mecanismo de acción contra varroa, sin embargo, su función acaricida se ha atribuido a la sensibilidad de los ácaros al pH ácido (Maggie *et al.*, 2015; Nanetti, 2003). Por tanto, para que el ácido oxálico sea efectivo debe estar en contacto directo con el parásito en la fase forética (Aliano *et al.*, 2006).

Por lo tanto, este estudio es relevante para generar nuevos conocimientos y tener referencias disponibles a los productores panameños que tengan esta enfermedad en sus producciones apícola.

1.1 Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de ácido oxálico en control de la varroasis en *Apis mellifera*.

1.1.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar el nivel de infestación del ácaro *Varroa destructor*.
- Comparar el porcentaje de eficacia del tratamiento orgánico (ácido oxálico) *versus* Tratamiento químico (fluvalianto).
- Determinar la variación en el peso de las colmenas luego de la aplicación de tratamiento orgánico *versus* el tratamiento químico.
- Calcular el costo del tratamiento orgánico (ácido oxálico) *versus* el tratamiento químico (fluvalinato).

1.2 Hipótesis

Ho: El ácido oxálico controla la varroasis en *Apis mellifera* similar al tratamiento convencional.

Ha: El ácido oxálico controla la varroasis en *Apis mellifera* diferente al tratamiento convencional.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Las abejas melíferas pueden ser afectadas por diferentes agentes como bacterias, virus, hongos y parásitos. Dentro de las principales enfermedades que afectan a las abejas melíferas tenemos la varroasis. Esta parasitosis es de gran importancia en la apicultura, ya que al presentarse puede generar grandes pérdidas económicas (Al Naggar & Paxton, 2020).

2.1 Estructura social de las abejas

2.1.1. Reina

Las reinas de las abejas melíferas son las hembras reproductoras de la especie. Presenta una metamorfosis de 16 días, proviene de un huevo fecundado y es alimentada con jalea real durante todo el tiempo que permanece en estado larval. Se estima que puede llegar a vivir hasta 5 años en vida silvestre (Snodgrass, 2018).

La cabeza y el tórax de la reina son similares en tamaño a los de la obrera. Sin embargo, la reina tiene un abdomen más largo y horrible que las obreras. A lo largo de la mayor parte del ciclo de vida de la colonia, la reina es la única hembra reproductiva en la colonia y es responsable de producir toda la cría dentro de la colmena (Mortensen *et al.*, 2022). Sus glándulas mandibulares secretan la sustancia o feromonas reales (predominantemente ácido 9 trans-2 oxidecenoico). Esta sustancia real llega por contacto a todos los individuos de la colonia, comunicándoles la presencia en la misma de una reina y su condición general en cuanto a sanidad y capacidad de postura, entre otros aspectos

La reina puede poner dos tipos de huevo, los fecundados y los huevos no fecundados, los huevos fecundados producen hembras y los huevos no fecundados producen zánganos (Subramanian *et al.*, 2024).

2.1.2. Obrera

Las obreras son hembras no reproductivas, las más pequeñas de las tres castas, y sus cuerpos están especializados en la recolección de polen y néctar. Ambas patas traseras

poseen una corbícula (una especie de cesta para el polen) especialmente diseñada para transportar grandes cantidades de polen a la colmena. Producen escamas de cera en la parte inferior del abdomen. Estas escamas se utilizan para construir el panal de cera dentro de la colonia. Las obreras poseen un aguijón con púas que se desprende, junto con el saco de veneno, del extremo del abdomen cuando lo clavan en una víctima de piel dura. Esto provoca la muerte de la abeja obrera (Mortensen *et al*, 2013).

Según señala Salas (2000), las obreras desempeñan múltiples funciones durante todas las etapas de su vida, desde que nacen hasta el día que mueren como son:

Nodrizas: Alimentan los hijos o larvas de la colmena, al principio con una sustancia glandular lechosa conocida como jalea real y más tarde con una mezcla de miel y polen.

Aseadoras: Limpian la colmena, sacan las larvas y abejas muertas, eliminan de la colmena cualquier objeto raro que en ella encuentren.

Ventiladoras: Ventilán la colmena para mantener estable la humedad, la temperatura interna de la colmena. Las crías para desarrollarse necesitan entre 34 y 36 °C y humedad de 65 a 75%.

Constructoras: Fabrican panales. La construcción de panales tiene dos etapas: Operculado a cargo de las obreras constructoras jóvenes y la construcción de panales a cargo de obreras más viejas. La cera de construcción de panales es producida por el cuerpo de las abejas.

Guardianas: Protegen la colmena. Es una etapa previa al pecoreo, su función es evitar la entrada de abejas de otras colmenas, insectos y otros animales ajenos a la colmena.

Pecoreadoras: Él pecoreo consiste en salir de la colmena a coleccionar polen, néctar, agua y propóleos. El polen y el propóleos lo acarrearán en una cestilla ubicada en las patas traseras y el néctar en su estómago.

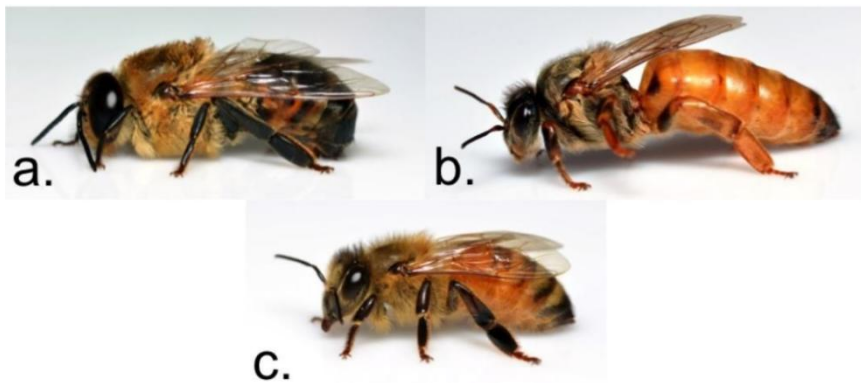
Exploradoras: Buscan fuentes de alimento y nuevas casas, son las obreras más viejas de la colmena. Cuando encuentran alimento, agua o nueva morada, regresan a la colmena y avisan a sus semejantes por medio de danzas.

2.1.3. Zángano

Los zánganos son abejas macho tienen cuerpos más grandes y se dedican exclusivamente a aparearse con reinas vírgenes de otras colonias, son expulsados de la colmena por las obreras durante los meses de lluvia, cuando los recursos son escasos (Subramanian *et al.*, 2024).

Están originados en un óvulo sin fecundar. A este tipo de fecundación se le denomina partenogénesis. Otras características de los zánganos es que no poseen aguijón, carecen de cestillas, tienen lengua pequeña y tampoco glándula de olor, por lo que pueden entrar en cualquier colmena (Borbor, 2015).

Figura 1: Castas de abejas melíferas: (a) zángano (macho), (b) reina (hembra reproductiva), y (c) obrera (hembra no reproductiva).



Fuente: (Mortensen *et al.*, 2022).

2.1.4. Varroasis

Es una parasitosis externa y contagiosa causada por el ácaro *Varroa destructor*, que afecta tanto a la cría como a las abejas adultas de *Apis mellifera*. Actualmente este parásito se encuentra en todos los países donde se práctica la apicultura a excepción de Australia (OIRSA, 2012).

Según Calderón *et al.* (2015), la presencia de *V. destructor* se detectó por primera vez el 6 de julio de 2000, muestras de cría cerradas y abejas adultas, así como trampas para *V. destructor* tomadas en la provincia de Chiriquí, Veraguas, Coclé, Herrera y Colón. Siendo las provincias con presencia confirmadas de esta plaga.

Es declarada una parasitosis obligatoria, los ácaros hembras y machos presentan cada uno su forma característica sexual y forma de vida, siendo las hembras de formas circulares, presentan su caparazón no segmentado y de color castaño con una manifestación masiva o muy elevada de pelos. Poseen un aparato bucal fuerte, mediante los quelíceros además de perforar la quitina del esqueleto de las abejas, tienen la capacidad de asegurar su fijación en cualquier parte del cuerpo de la abeja hospedero (Soledispa, 2018).

El ácaro se alimenta de la hemolinfa tanto de la cría como de las abejas adultas y puede transmitir microorganismos nocivos para las abejas. Por ello, la varroasis se caracteriza por debilitar a las colonias, ya sea porque causa una desnutrición en los insectos hospedadores, y/o porque favorece el desarrollo de otros patógenos, lo que reduce su tiempo de vida, con consecuencias negativas en la producción de miel. Los daños causados por el ácaro son más marcados en regiones de clima templado y frío, y menos notorios en las tropicales (OIRSA, 2012).

Uno de los principales aspectos relacionados con varroa, es el daño infeccioso asociado a la transmisión de agentes virales entre estos agentes están: el virus que deforma las alas, virus de la parálisis aguda y el virus kashimir, los cuales ocasionan un debilitamiento de la colmena y en algunos casos la pérdida (Ritter, 2001).

Taxonomía de la *Varroa destructor*

Tabla 1: Clasificación taxonómica de la *Varroa destructor*.

Reino	Animalia.
Phylum	Artrópoda.
Sub Phylum	Chelicerata.
Clase	Arácnida.
Orden	Acarina.
Familia	Varroidae.
Género	Varroa.
Especie	spp.

Fuente: (Soledispa, 2018).

2.1.5. Morfología de la *Varroa destructor*

Los ácaros en su estado larvario son hexápodos, no poseen mandíbulas ni antenas y cuando son adultas presentan cuatro pares de patas. El verdadero parásito de las abejas son los cuerpos de las hembras *V. destructor*, cuyo organismo está formado para cumplir la parasitosis, su forma esférica cuya parte dorsal curva y compuesta por ocho patas que terminan dando forma una ventosa. Son de 1,5 mm de ancho y 1,1 mm de largo y las variaciones de tamaños están determinados de acuerdo con las zonas geográficas donde se encuentren. En general, las medias de tamaños de este parásito están dadas en 1,7 mm de ancho por 1,0 mm de largo, pudiendo ser de colores rojizo a café intenso muy variables, de consistencia muy resistente. La parte abdominal es compleja el cual presenta los órganos bucales, respiratorios, excretorios y reproductores. Sus patas relativamente muy cortas encorvadas y aplanadas son la representación del aparato locomotor de la *V. destructor*. En la parte exterior del aparato bucal del ácaro presenta quelíceros, los cuales son 6 utilizados para taladrar la quitina de las abejas cuyas

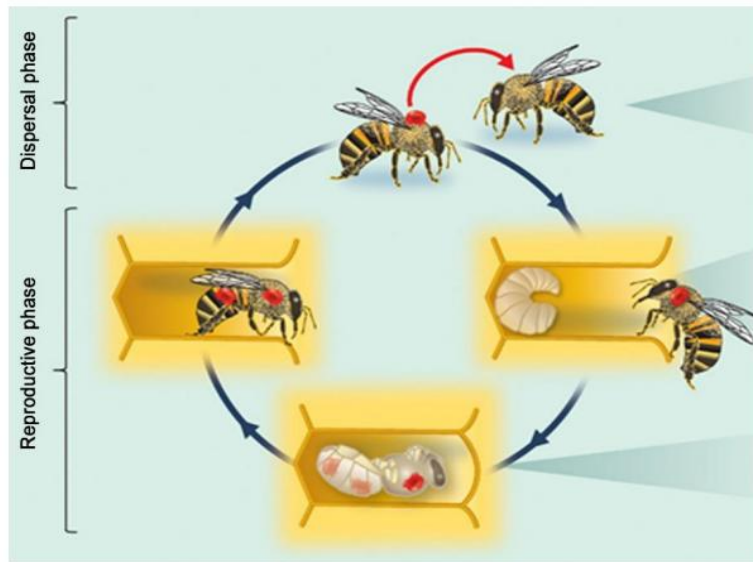
pequeñas excrescencias le permiten a la *V. destructor* un mejor confort de fijación en el cuerpo de las abejas (Soledispa, 2018).

Los estadios inmaduros (huevo y protoninfa) presentan una coloración blanca y conforme se van desarrollando en adultos (deutoninfa), comienzan a esclerotizar (endurecer) la cutícula y adquieren una coloración rojiza; los machos apenas toman un color ligeramente bronceado, sobre todo en los extremos de las patas (Guzmán & Correa, 2012).

2.1.6. **Ciclo biológico**

El ciclo biológico de *V. destructor* comprende dos fases, la fase forética y la reproductiva. La fase forética es la etapa durante la cual las hembras adultas del ácaro se encuentran parasitando a las abejas adultas, utilizándolas como medio de transporte y disseminación. La fase reproductiva ocurre dentro de las celdas donde se desarrollan las crías de obreras y zánganos. El ciclo de *Varroa* comienza a partir de los ácaros que parasitan abejas adultas de cuya hemolinfa se han alimentado. El estrecho contacto entre las abejas permite que el ácaro infeste abejas nodrizas, mismas que al alimentar a las larvas, propician la entrada de ácaros hembras a las celdas poco tiempo antes de que sean operculadas (15 a 30 horas antes en celdas de obreras y 40 a 60 horas antes en celdas de zánganos). Una vez que penetra a la celda, el ácaro se sumerge en el alimento larval en el fondo de la celda, para protegerse de la acción de remoción por parte de abejas obreras. Aproximadamente 60 horas después de que la celda es operculada, el ácaro sube al cuerpo del pre pupa donde se alimenta e inicia su postura en ella (OIRSA, 2012).

Figura 2: Ciclo simplificado del ácaro, donde se muestra su fase de reproducción y su fase forética.



Fuente: (Oie, 2021).

2.1.7. Diseminación de la *varroa*

Según indicó Borbor (2015), la *V. destructor* es un ácaro sin alas, no vuela debido a esto ocupa un sistema de transporte mediante el vuelo de las abejas transportándose de manera eficaz de una colmena a otra. La transmisión de la *V. destructor* puede ser horizontal (entre los individuos de una misma generación) y transmisión vertical (entre parentales y descendencia).

En el caso de las abejas la transmisión puede ser intracolonia o intercolonia, principalmente, la diseminación del ácaro depende de un grupo de factores relacionados al comportamiento de la abeja, como pecoreo, pillaje, enjambrazón, que a su vez están influenciados por factores genéticos y ambientales. Las prácticas de manejo de las colmenas constituyen un segundo grupo de factores que contribuyen a la transmisión horizontal de la *V. destructor*, permitiendo que se mantengan las formas más virulentas

del parásito en comparación con áreas donde no se han implementado prácticas de control (Fries & Camazine, 2001).

2.1.8. Transmisión por parte del apicultor

La participación del apicultor engrandece considerablemente la difusión del parásito, que al formar o multiplicar colmenas mediante la transferencia de marcos con cría operculada. Otras propagaciones: a través de la captura de enjambrazón, manipulación por mantenimiento de las mismas colmenas (Soledispa, 2018).

2.1.9. Síntomas de portar varroasis en la colmena

La presencia de abejas muertas o malformadas sobre la plataforma de vuelo ante la colmena, manifiestan los síntomas de la aparición de la plaga, aunque no se trate de una señal específica. El principio de la infestación no es imposible, pero sí muy difícil de percibir a los parásitos sobre las obreras y sobre los zánganos. La baja actividad de crías y pecoreadora no es evidente, y aun que no fuera, no es más específica de la varroasis que la dispersión de las crías (Rosenkranz *et al*, 2010).

2.1.10. Diagnóstico

Como la varroasis está establecida en muchos países, el diagnóstico en estos lugares no solo se centra en la presencia o ausencia de *V. destructor* en las colonias de abejas melíferas, sino también en los niveles de densidad de ácaros cuando estos comienzan a ser dañinos. De acuerdo con Soledispa (2018), los daños se pueden expresar de diversas formas, entre las que se incluyen:

- ✓ Las crías recientemente liberadas de sus celdas (de macho principalmente), los ácaros dejan rastros de excremento blancos.
- ✓ Si los ácaros son numerosos bajo el mismo opérculo o celdillas, los parásitos lesionan a la ninfa o a la abeja en abdomen, rasgado o cortado, alas y patas atrofiada.

- ✓ La putrefacción de la ninfa adjunto con el mal olor puede hacer pensar en un eminente ataque de la parasitosis.

La tasa de infestación de abejas adultas (ácaros en fase de dispersión/100 abejas), la caída natural diaria de ácaros y el total de ácaros por colonia (OIE, 2021).

Cuando los valores de contaminación oscilan considerablemente a lo largo de todo el año, es recomendable disponer de alguna alternativa de control, con la asistencia de un técnico experimentado en el tema escogiendo el método y la habilidad más conveniente (Soledispa, 2018).

2.1.11. Tratamiento y control

Para controlar las poblaciones de ácaros en las colonias y al mismo tiempo reducir el uso de acaricidas, es necesario identificar la época oportuna para aplicar los tratamientos; esto contribuirá a reducir los efectos negativos de los acaricidas antes mencionados, así como la presión de selección de ácaros resistentes, los riesgos de contaminación de los productos de las colonias, el costo de producción a los apicultores debido a la aplicación innecesaria de tratamientos (Maya *et al.*, 2020).

Actualmente, este parásito es controlado con insecticidas que ocasionan desventajas, tales como: desarrollo de resistencia, toxicidad para las abejas y el hombre, residuos en la miel, cera y altos costo (O'Connell *et al.*, 2025).

Además, los acaricidas químicos pueden contaminar los productos de la colmena, como la miel y la cera, con residuos que pueden afectar la salud del consumidor (González *et al.*, 2005).

Los principios activos utilizados en la actualidad son: amitraz, fluvalinato, flumetrina, cahumapos, bromopropilato, entre otros. Algunos tratamientos alternativos contra este parásito son los ácidos orgánicos como: el timol, ácido fórmico, ácido oxálico al igual que los aceites esenciales (Soledispa, 2018).

Los productos sintéticos (fluvalinato, flumetrina y amitraz) han sido los más efectivos, particularmente el amitraz el cual ha mostrado ser menos residual y tóxico para las abejas y tener menos problemas de resistencia en la región del altiplano central de México. Sin embargo, estos acaricidas pueden afectar el desarrollo de reinas y zánganos, la habilidad de aprendizaje y la postura de la reina y provocar el desarrollo de resistencia del ácaro (Maya *et al.*, 2020).

2.1.12. **Ácido oxálico**

El ácido oxálico comúnmente conocido como un compuesto químico orgánico, se encuentra en la naturaleza presente en los vegetales como en frutas, en varias plantas y hasta forma parte de la miel ya que contiene pequeñas cantidades de este agrio. En consecuencia, al utilizar este elemento contra el control de la *V. destructor* y por ser degradable no contamina la miel (Adjlane *et al.*, 2016).

El ácido oxálico se puede utilizar de dos formas de aplicación, una en forma de jarabe, en agua con azúcar que se puede administrar como alimentación y la otra en forma es aplicación por aspersion. Los resultados han sido muy favorables, debido que este tipo prácticas de control se realiza en época de lluvias, que es el momento justo y apropiado en que la reina no se encuentra en posturas de huevos, debido a las temperaturas rebajas, con esta técnica o tipo de tratamiento se puede controlar la población hasta un 99% de la población de ácaro *V. destructor* en la población (Soledispa, 2018).

El ácido oxálico controla eficazmente la *V. destructor* en dispersión en el cuerpo de la abeja adulta y en celda operculada y su aplicación es más eficaz en época de lluvia y en colonias sin crías (Airahuacho *et al.*, 2023).

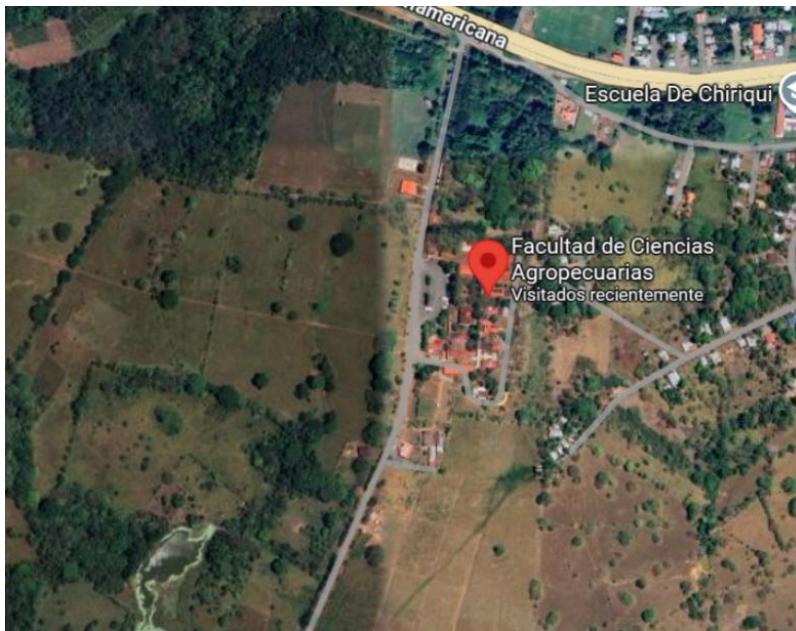
El ácido oxálico funciona como un acaricida de contacto; su eficacia depende de que el compuesto entre en contacto directo con el ácaro durante su fase forética sobre la abeja, provoca alteraciones en la cutícula del ácaro, afectando su integridad fisiológica y favoreciendo procesos de deshidratación que finalmente conducen a la muerte del parásito (Aliano *et al.*, 2006)

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación

La investigación se realizó en Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá, ubicada en el corregimiento de Chiriquí, distrito de David, provincia de Chiriquí, República de Panamá, localizada a los 8°23'07" de latitud norte y a los 82°18'15" de latitud oeste, con una elevación de 26 m s. n. m.

Figura 3: Ubicación de la Universidad de Panamá, Chiriquí-Chiriquí.



3.2 Materiales y métodos

Para la evaluación de efectividad del compuesto orgánico ácido oxálico en el control del ácaro *V. destructor* se llevó a cabo en los meses de julio-agosto del 2025, durante la época de lluvia donde se encuentra la mayor prevalencia de *V. destructor* en las colmenas (Calderón *et al.*, 2024). El estudio constó de dos fases: una de diagnóstico, que se llevó a cabo en todos los apiarios y una segunda fase de aplicación y evaluación del tratamiento, que se realizó solo en los apiarios 1 (Las Lajitas) y 2 (La Berrona), donde se detectó una mayor prevalencia de la enfermedad. La duración de la investigación fue de 40 días.

3.3 Unidades experimentales

Para la investigación se utilizaron 18 colmenas tipo langstroth, conformadas por una o dos alzas, a las cuales se le aplicaron dos tratamientos: orgánico (ácido oxálico) y otro químico (fluvalinato).

3.4 Diagnóstico del ácaro en la abeja adulta

El diagnóstico se realizó utilizando la prueba del frasco (Frigolí & Poffer, 2019), donde se tomaron 10 colmenas seleccionadas al azar en cada apiario, de cada colmena se tomaron alrededor de 100 abejas de la cámara de cría (abejas nodrizas) y 50 abejas de la piquera (abejas pecoreadoras)

El procedimiento que se utilizó para la toma de muestras de abejas se describe a continuación: Primero se tomó la muestra de abejas de la piquera, para este procedimiento se cerró la piquera con un polifón (esponja) para evitar la entrada de las abejas pecoreadoras a la colmena luego se colocó el envase en la piquera hasta llegar a un aproximado de 50 abejas pecoreadoras. Posteriormente para la obtención de la muestra de la cámara de cría, se tomaron abejas nodrizas de los panales del área de cría, y se almacenaron de forma similar a las de la piquera en un envase de boca ancha con alcohol al 70%. Ambas muestras fueron identificadas como: muestra de piquera con la letra P y muestra de cámara de cría con las letras CC con los siguientes datos:

1. Fecha de la colecta
2. Nombre del propietario (FCA)
3. Número de la colmena
4. Lugar de muestra (apiario 1 o 2)

Figura 4: Proceso de recolección con baso; (a) frasco vacío con nombre y fecha, (b) recolección en campo, (c) Muestra obtenida.



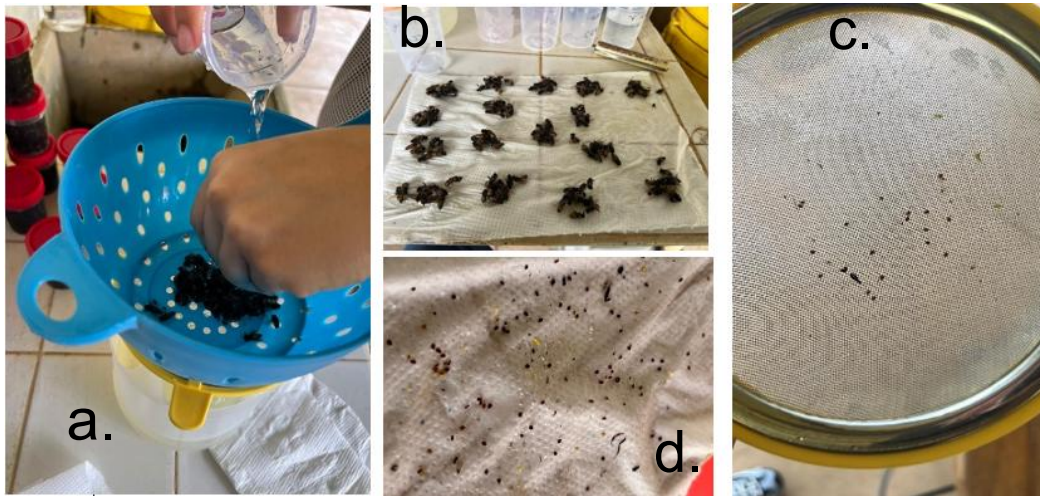
3.5 Procesamiento de las muestras

Una vez que se recolectaron las muestras en los apiarios se continuó con el procesamiento de las muestras de la siguiente manera:

A cada envase con muestra se le agregó 1 g de jabón en polvo y se agitó el envase manualmente durante aproximadamente 2 minutos, con el fin de que el jabón, junto con el movimiento, ayudara a que el ácaro se desprendiera del cuerpo de la abeja.

La muestra se colocó en un colador y se lavó la muestra con agua aproximadamente 30-40 segundos para así asegurar la separación del ácaro del cuerpo de las abejas. Los ácaros fueron recolectados con la ayuda de una malla antiáfidos, en donde se procedió a contar el número de ácaros que parasitaban la abeja.

Figura 5: Procesamiento de muestras, (a) lavado de muestras, (b) conteo de abejas, (c) ácaros atrapados en la malla, (d) ácaros de varroa.



El porcentaje de infestación de la muestra se determinó utilizando la siguiente fórmula:

$$Pi = \left(\frac{Ac}{Ab}\right) * 100$$

Dónde:

Pi = Porcentaje de infestación

Ac= Número total de ácaros en la muestra

Ab= número total de abejas en la muestra

El nivel de infestación de la *V. destructor* en abeja adulta se obtiene a través de la escala propuesta por Frigolí & Poffer, (2019).

Tabla 2: Escala de nivel de infestación de *V. destructor*.

Nivel de infestación	Porcentaje
Leve	Menos de 5%
Moderado	5-10%
Fuerte	Mas de 10%

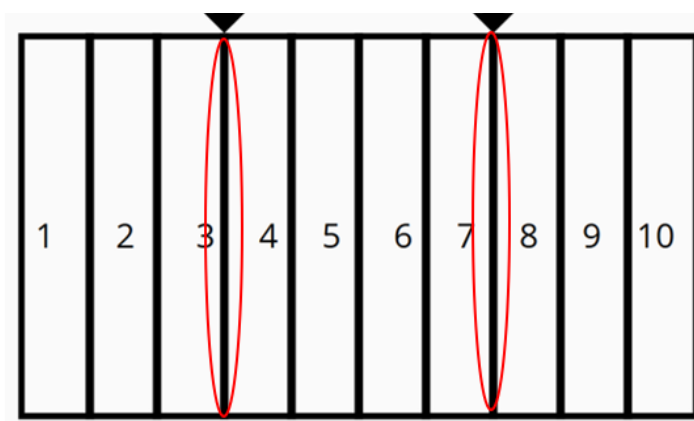
Las 10 colmenas que fueron seleccionadas al azar entraron en el rango de porcentaje de infestación moderado de 5-10%.

3.6 Tratamientos

3.6.1. Químico (fluvalinato)

Para la aplicación del tratamiento químico a cada colmena, se colocaron dos tiras de un acaricida piretroide sintético comercial, fueron introducidas entre los cuadros de la cámara de cría de la colmena, quedando colgadas verticalmente con la ayuda de su sistema de suspensión. Las tiras fueron colocadas entre los marcos tres y cuatro, y siete y ocho, de manera diagonal como se observa en la figura 5 (en los círculos rojos). El producto químico se mantuvo dentro de la colmena durante cuatro semanas, según las recomendaciones del fabricante.

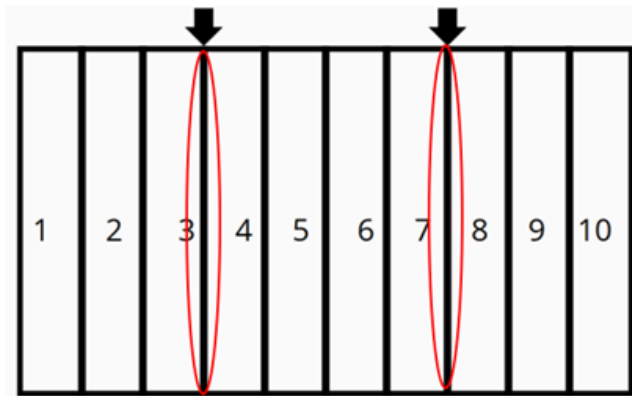
Figura 6: Posición donde se colocó el tratamiento químico.



3.6.2. Orgánico (ácido oxálico)

Para la aplicación del tratamiento orgánico con ácido oxálico, se colocaron dos tiras de toalla absorbentes impregnada con una solución de 12 g de ácido oxálico, 13 ml de glicerina y 10 ml de agua destilada. La solución se preparó calentando el agua destilada con glicerina (60 °C) y posteriormente agregando ácido oxálico gradualmente hasta que la sustancia se disolviera y homogenizara. La sustancia se recolecto con la ayuda de una jeringa para su transporte y aplicación, las toallas húmedas fueron colocadas de cada lado de la cámara de cría en los marcos cuatro y siete como se observa en la figura 6, en dos aplicaciones a intervalos de 15 días y se dejó el tratamiento por cuatro semanas.

Figura 7: Posición donde se colocó el tratamiento orgánico.



3.7 Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar en un arreglo factorial que se describe a continuación:

$$Y_{ijklmno} = \mu + A_i + B_j + C_k + (A*B)_l + (A*C)_m + (B*C)_n + (A*B*C)_o + E_{ijklmno}$$

$Y_{ijklmno}$ = variables de respuesta (estado de salud, peso final de la colmena, porcentaje de eficacia del tratamiento).

μ = media general

A_i = control (químico, orgánico)

B_j = lugar (A y B)

C_k = porcentaje de infección (baja, alta)

$(A*B)_i$ = interacción control por lugar

$(A*C)_m$ = interacción control por porcentaje de infección

$(B*C)_n$ = interacción lugar por porcentaje de infección

$(A*B*C)_o$ = interacción control por lugar por porcentaje de infección

$E_{ijklmno}$ = error aleatorio

Los datos fueron tabulados en una hoja de cálculo (Microsoft 365®). Para el análisis estadístico se utilizaron los programas R (R versión 4.2.2, 2022-10-31, RStudio, Inc.) y Statistica V12.5 (StatSoft, Inc®). Las variables de respuesta fueron examinadas para verificar la normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianzas con la prueba de Levene. La variable de eficacia y costo fue evaluada con estimador no paramétrico de Chi Cuadrado. La variable de peso final y incremento de peso fueron evaluadas con la prueba Se empleó un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$ para todas las pruebas estadísticas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diagnóstico

Los resultados obtenidos mostraron que el nivel de infestación para los dos apiarios fue similar ($\chi^2_{(1)} = 0.00$, $p = 1.00$) estadísticamente al inicio de la investigación, se puede atribuir a que la distribución de la varroasis era homogénea en ambos lugares debido a su similitud en las condiciones climáticas de la zona y la época. Estos resultados son similares a los obtenidos por Ramos *et al.* (2024), en México, donde el nivel de infestación fue de 5 %, lo que coincide con los datos de la presente investigación cuyo porcentaje de varroasis en el apiario La Lajitas fue de 6.26 % y de 6.51 % en el apiario La Berrona. También se debe tener en cuenta que la varroasis causa daños a la colmena en función de su nivel de infestación y que se estima que el mayor efecto negativo más importante se observa en la colmena cuando la cantidad de ácaros supera el 10% (Calderón & Sánchez, 2011).

En el diagnóstico de las abejas nodrizas y las abejas pecoreadoras no se observan diferencias significativas ($\chi^2_{(1)} = 0.42$, $p = 0.51$). Esta similitud en los resultados se explica según Cerro *et al.* (2014), cuando la abundancia de ácaros aumenta dentro de la colonia, la falta de diferencias en las señales químicas entre las abejas nodrizas y las abejas pecoreadora probablemente no permite a los ácaros discriminar entre abejas con diferentes tareas y hace que los ácaros se adhieran a ambas para alimentarse de su hemolinfa.

Aun así, numéricamente el mayor nivel de infestación se observó en las abejas nodrizas (cámara de cría, Tabla 3), lo que se puede explicar biológicamente debido a que el ácaro realiza en su fase reproductiva parasita las abejas adultas y se prepara para invadir una celda con cría poco antes de que esta sea operculada (OIE, 2021). Esto también se puede atribuir según Jack *et al.* (2020), a que el parásito prefiere ocupar las celdas de los zánganos en la cámara de cría, atribuyendo a mayores concentraciones de hormona juvenil y período de desarrollo mayor que el de la abeja obrera.

Tabla 3: Distribución porcentual de infestación de la colmena cámara de cría y piquera.

Sitios de la colmena	Porcentaje del diagnóstico
Cámara de cría (Nodriz)	6.38%
Piquera (Pecoreadora)	3.53%

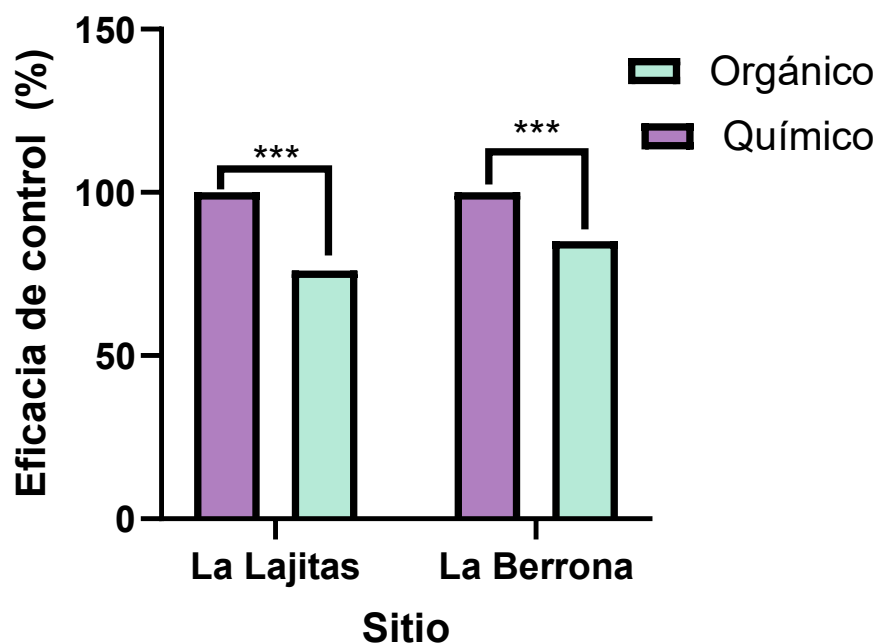
4.2 Eficacia de los tratamientos

Los resultados obtenidos muestran que el control fue similar entre apiarios ($\chi^2_{(1)}= 1.33$, $p= 0.24$), lo que sugiere que las condiciones ambientales y de manejo no influyeron significativamente en la respuesta al tratamiento. No obstante, se observan diferencias claras entre tratamientos ($\chi^2_{(1)}= 22.22$, $p<0.001$), tanto en Las Lajitas ($\chi^2_{(1)} = 29.89$, $p<0.001$) como en La Berrona ($\chi^2_{(1)}= 16.22$, $p<0.001$), siendo el tratamiento químico estadísticamente superior al tratamiento orgánico, con una eficacia del 99.9% en los dos apiarios, lo que se asemeja a lo reportados por González *et al.* (2005), quienes encontraron que el fluvalinato presentó una eficacia de 98.5%, mientras que en otra investigación realizada por Crespo *et al.* (2011), utilizando el fluvalinato reportaron eficacia del 74.7% en el control del ácaro, este resultado es inferior a lo obtenido en este estudio, lo que podría deberse a que las colmenas muestreadas pudieran presentar casos de resistencia a este químico, los cuales son muy comunes con el uso intensivo como señalan Sorucu *et al.* (2025), la exposición continua a este piretroide puede favorecer a mutaciones en el canal de sodio de la abeja, lo que reduce significativamente la eficacia del tratamiento.

En cuanto al tratamiento orgánico contra la varroasis resultó con una eficacia del 75.73% (Figura 7) en el apiario de Las Lajitas, este resultado es similar al reportado por Calderón *et al.* (2024), donde obtuvieron una efectividad del 74.4% utilizando el mismo método, mientras que para el apiario La Berrona, la efectividad reportada fue del 85%, similar al

86.8% y 88.3% reportado por Gallardo & Ordóñez (2018), al utilizar el mismo método y la misma dosis que en la presente investigación. Por otro lado, Villegas (2021), realizó una investigación en Ecuador donde reportó una efectividad de 84.45% similar a los resultados obtenidos en este trabajo, además indica que la combinación de ácido oxálico con glicerina es viable para el control de la varroasis debido a que permite impregnarse de una mejor manera la cutícula de las abejas y de los ácaros.

Figura 8: Porcentaje de eficacia de los tratamientos químico y orgánico en los sitios de apiario, La Lajitas y La Berrona. *** $p < 0.001$



El método de la toalla utilizado por nosotros permite una liberación lenta y prolongada en comparación de otros métodos como el método de goteo, y el método con tiras de cartón Calderón *et al.* (2024), también señalan que el ácido oxálico además de ser biodegradable se ha comprobado no se han reportado niveles peligrosos en la miel. Así mismo Aguirre *et al.* (2007), mencionan que este ácido no representa un peligro para quienes lo preparan ni para los que lo aplican, siendo una solución viable para aquellos productores que desconocen qué productos utilizar.

Según Cameron *et al.* (2020), el ácido oxálico es más efectivo contra los ácaros que se encuentran en las abejas adultas, ya que no penetra bien en las celdas operculadas donde se desarrollan las larvas y pupas, esto se debe a que el ácaro por estar operculadas se encuentra protegidas de la acción del ácido oxálico, de igual manera los autores señalan que el ácido oxálico con glicerina es más efectivo contra el ácaro *V. destructor* cuando esta se encuentra en su fase forética. Sin embargo, los autores señalan que el momento oportuno para el control de este parasito es cuando se aplica el tratamiento y se interrumpe la cría, logrando la mayor eficacia contra el ácaro, esta interrupción de la cría se lleva a cabo enjaulando la reina en un breve periodo para así controlar y disminuir la población de ácaro en la colmena.

Por otra parte Kosch *et al.* (2024), afirman que no existe evidencia sólida en los últimos 30 años de que la *V. destructor* haya desarrollado resistencia al ácido oxálico independientemente del método de aplicación, siendo esto altamente favorable, además de ofrecer una eficacia prolongada, no representa riesgos para la salud de las abejas ni para los productos destinados al consumo humano.

En este estudio no evidenció efectos adversos en las colmenas tratadas con ácido oxálico, este hallazgo coincide con los resultados reportados por Calderón *et al.* (2024), quienes en su investigación utilizando concentraciones similares no reportaron efectos que perjudiquen la salud de la colmena. De igual forma Villegas (2021), indicó que la administración del ácido oxálico mediante el método de toalla, el cual fue el utilizado en esta investigación, no generó efectos adversos en la colonia de abejas, lo que refuerza la evidencia de que esta sustancia representa una baja toxicidad para las abejas.

Un estudio realizado por Charriere & Imdur (2002), en el que evaluaron diferentes concentraciones de ácido oxálico 30, 37 y 45 g aplicadas por el mismo método mencionan que a partir de los 45 g se observa debilitamiento de la colmena, no obstante en esta investigación al utilizar concentraciones de 12 g de ácido oxálico, no se observaron casos de debilitamiento en las colmenas.

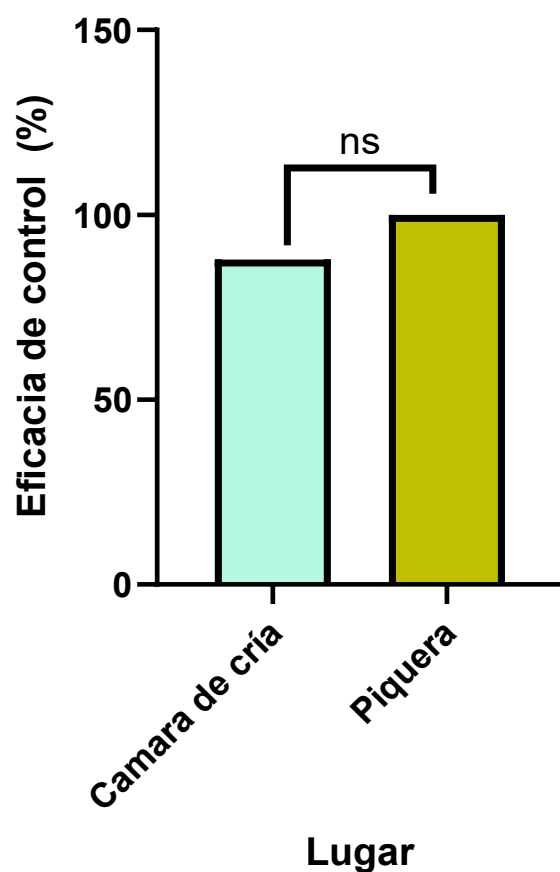
La prueba de Fisher muestra que no existe diferencia significativa en la interacción entre tratamiento y zonas de muestreo en la colmena ($p > 0.99$), esto puede deberse a que en ambos lugares los tratamientos funcionaron de manera similar lo que provocó una reducción de la infestación tanto en las abejas de la cámara de cría como las de la piquera. Esto confirma que el tratamiento contribuye a la disminución de la varroasis de manera homogénea en toda la colmena. Como afirma Silva (2006), el ácido oxálico ayuda a disminuir el porcentaje de infestación en ambas áreas de la colmena.

El fluvalinato, es un piretroide de acción por contacto que actúa sobre los canales de sodio dependientes de voltaje del sistema nervioso del ácaro, provocando su parálisis y muerte (Gosselin-Badaroudine, & Chahine, 2017). Según afirma Bayer (2020), este químico al distribuirse por medio de contacto físico permite que su eficacia no se limite a una zona específica de la colmena, sino que abarca tanto a las abejas de la piquera como a las de la cámara de cría.

El ácido oxálico actúa principalmente por contacto, alterando el equilibrio fisiológico del ácaro mediante la acidificación externa y la desnaturalización de proteínas cuticulares, lo que provoca su deshidratación y posterior muerte (Rademacher & Harz, 2006).

Además, Rouibi *et al.* (2016), señalan que el ácido oxálico, al igual que el fluvalinato puede aplicarse sin generar diferencias significativas en la mortalidad de las abejas, incluidas las abejas nodrizas y las pecoreadoras, lo que refuerza los resultados obtenidos (Figura 8) donde ambos tratamientos se distribuyeron de manera similar en las zonas de la colmena.

Figura 9: Eficacia de tratamiento en porcentaje entre sitios de la colmena CC y P. $^{ns}p < 0.05$.



4.3 Peso final de las colmenas

La prueba de Mann Whitney no muestra diferencias significativas en el peso final de las colmenas entre apiarios ($U= 35.000$, $p= 0.65$) ni entre tipos de tratamientos ($U= 36.000$, $p= 0.75$). La prueba de Kruskal Wallis no muestra diferencias significativas en la interacción sitio tratamiento ($H= 0.55$, $p= 0.90$).

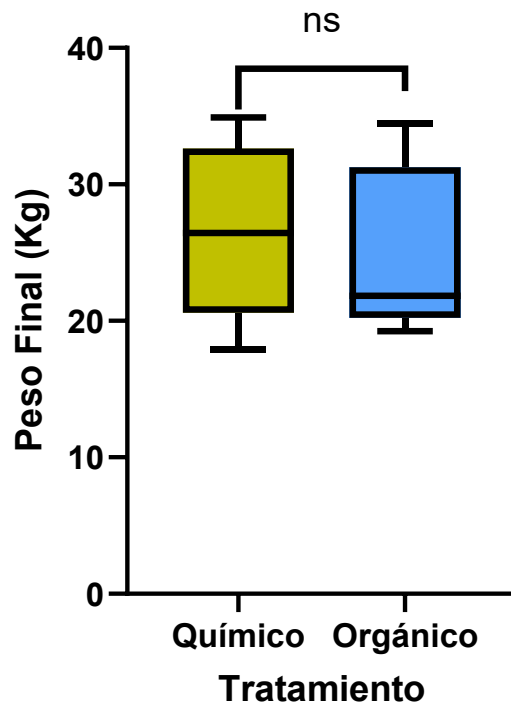
Este resultado puede atribuirse principalmente a que ambos tratamientos lograron un control efectivo del ácaro, reduciendo la carga parasitaria sin ocasionar efectos adversos en las abejas adultas ni en la cría. La reducción del estrés parasitario favorece la eficiencia metabólica y la inmunocompetencia de las abejas, permitiendo destinar más energía al cuidado de la cría, la recolección de néctar y polen (Bowen *et al.*, 1999;

Ramírez *et al.*, 2021), permitiendo mantener el peso normal de las colmenas que fueron expuestas al tratamiento químico y orgánico.

Cuando las poblaciones de *V. destructor* mantienen niveles bajos de infestación, puede conservar su estabilidad biológica. En una investigación realizado en Ecuador donde evaluaron los niveles bajos de infección de varroasis, concluyeron que cuando la tasa de infección de la *V. destructor* es muy baja entre 1.5 a 3% existe una correlación positiva entre buen comportamiento higiénico y mayor producción de miel, lo que afirma que mantener los niveles de infestación bajo en las colmenas favorece la productividad y reservas de la colonia (Masaquiza *et al.*, 2021).

Por otro lado, Noel *et al.* (2020), afirman que cuando los niveles de infestación por *V. destructor* son elevados disminuye el peso corporal y el contenido de agua de las abejas jóvenes emergentes, también describen que altera las habilidades de vuelo, retorno a casa y orientación de las abejas pecoreadoras, lo que a su vez limita la eficiencia en su capacidad de recolectar los recursos necesarios para el desarrollo de la colonia. Por el contrario, Morfin *et al.* (2022), afirman que las colmenas no parasitadas con el ácaro pesan un 5% más en comparación con las abejas que se encuentran parasitadas. Así mismo Bowen & Gunn, (2001); Annsocia *et al.* (2012), confirman que las reducciones de peso por parasitismo de ácaros se debían por pérdida de la hemolinfa, el consumo de grasa corporal y reducción del contenido de agua y proteínas de las abejas.

Figura 10: Mediana, mínimo y máximo del peso final entre tratamientos. ^{ns}p<0.05.



4.3.1. Incremento de peso de las colmenas

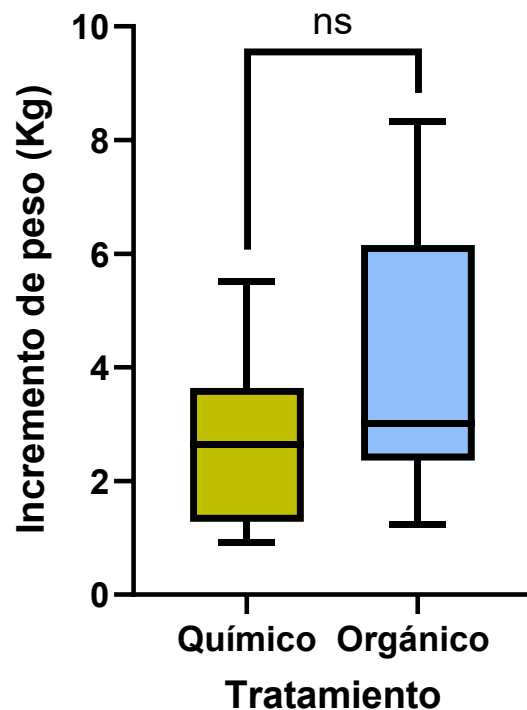
Los resultados mostraron que no hay diferencias significativas en el incremento de peso entre apiarios ($U= 35.000$, $p = 0.65$), tratamientos ($U= 35.000$, $p= 0.68$). La interacción sitio tratamiento no mostró diferencias significativas ($H= 0.43$, $p= 0.93$). Los hallazgos sugieren que a pesar de la variación en los métodos de tratamiento químico y orgánico para el control del ácaro, las colmenas logran mantener un equilibrio fisiológico y productivo similar. Este comportamiento puede atribuirse a que la eficacia en la reducción del nivel de infestación en todos los tratamientos, lo que permitió que las abejas preservaran su estabilidad biológica y capacidad para recolectar néctar y producir miel, independiente del tipo de producto utilizado como señala Aronstein *et al.* (2012).

De acuerdo con Fries *et al.* (2003); Delaplane & Hood (1999), cuando las poblaciones de *V. destructor* se mantienen por debajo del 3% de infestación, el impacto sobre la dinámica

de la colonia es mínimo y los parámetros productivos, como el peso total o las reservas de miel, tienden a estabilizarse. En este sentido, no se observó una disminución de peso en las colmenas durante el período de evaluación. Esto se relaciona con la eficacia que mostraron tanto el tratamiento químico como el orgánico, ya que mantuvieron la infestación en niveles controlados y no generaron un estrés suficiente como para provocar diferencias en el crecimiento o desarrollo de las poblaciones de las colmenas. Es posible que estas condiciones fueran similares en ambos apiarios, lo que explicaría la similitud en la ganancia de peso observada (Figura 10).

Además, Guzmán *et al.* (2010), señalan que la productividad de la colmena no depende únicamente del nivel de infestación, sino también de otros factores ambientales y de manejo, como la disponibilidad floral, las condiciones climáticas y la fortaleza inicial de la colonia.

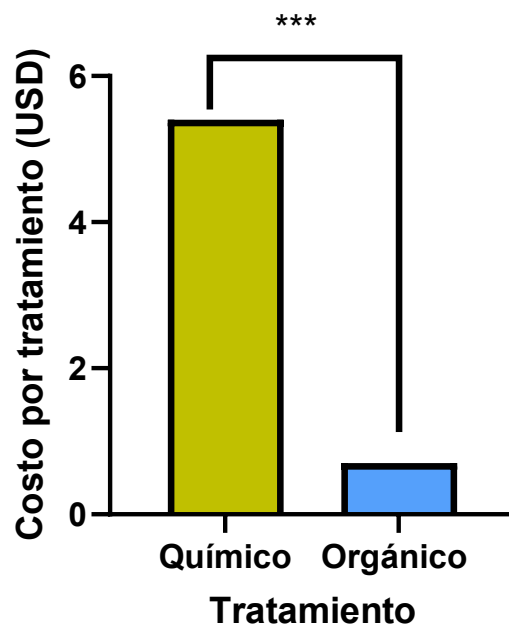
Figura 11: Mediana mínimo, mediana máxima en el incremento de peso en Kg. ^{ns}p<0.05.



4.4 Costo promedio de los tratamientos

La prueba de Chi cuadrado mostró que el tratamiento químico presentó un costo estadísticamente superior al tratamiento orgánico ($\chi^2_{(1)} = 166.97$; $p < 0.001$). Este resultado confirma que, aunque el tratamiento químico fue más eficaz en el control de la *V. destructor*, su utilización representa una carga económica más elevada para los apicultores, el costo para el tratamiento químico fue de 5.40 USD por tratamiento, en comparación con el tratamiento orgánico que fue de 0.70 USD (Figura 11), coincidiendo con lo reportado por Minaya & Pérez (2022), que obtuvieron un costo por tratamiento de 0.95 USD y 0.48 USD y también lo reportado por Francia (2023), que obtuvo un costo de 4.75 S/ soles convertidos a dólar americano siendo un costo alrededor de 1.36 USD por colmena.

Figura 12: Costo por tratamiento en los tratamiento químico y orgánico. *** $p < 0.001$.



En la eficacia no hubo diferencia significativa, desde un punto de vista práctico el uso del químico es insostenible para los pequeños y medianos productores, a pesar de que el tratamiento químico es efectivo su uso constante también se ve limitado por el riesgo a la resistencia de este químico al ácaro *V. destructor*, según Sáenz (2023), en un estudio previo en realizado en Costa Rica donde se evaluaron 17 de colmenas de *A. mellifera* se determinó que el 57% de las colmenas muestreadas presentaron poblaciones de ácaros resistentes a los piretroides, evidenciando que a lo largo de los años el uso excesivo del fluvalinato ha hecho que las colonias de abejas hayan desarrollado resistencia a este químico.

Aunque el fluvalinato presentó una mejor eficacia en comparación con el ácido oxálico en contra el ácaro *V. destructor*, la contaminación es uno de los problemas más difíciles de controlar. Como señalan Benito *et al.* (2021), las colmenas tratadas con fluvalinato presentan contaminación en productos como son cera y pan de abeja, también Dai *et al.* (2018), afirman que se encuentran restos en polen y miel, por ende, las larvas de colmenas tratadas con el fluvalinato serán alimentadas con una dieta contaminada, afectando así su desarrollo y supervivencia. De igual manera Neira *et al.* (2011), concluyen que los residuos de fluvalinato en la cera de la cámara de cría causan daño en el desarrollo larvario de las abejas obreras, disminuyendo proporcionalmente el peso y el tamaño de las larvas. Dai *et al.* (2018), también señalan que el fluvalinato puede afectar el rendimiento de la postura de la reina.

Margaoan *et al.* (2025), determinaron que el fluvalinato a pesar de ser acaricida altamente efectivo contra las infestaciones de *V. destructor*, tiene efectos adversos en la reproducción, el olfato y la producción de miel de las abejas *meliferas*, debido a que causa una disminución en los sentidos olfativos de las abejas, reduce la productividad de la miel y afecta en la memoria de las abejas.

El fluvalinato aparte de contaminar la colmena, es una sustancia altamente persistente en el ambiente, su estructura química, siendo liposoluble y no volátil, le confiere una vida prolongada en el suelo, de más de 100 días, según Wallner (1999). Esta sustancia puede

permanecer de seis meses a dos años en la cera y en el pan de abeja según Bonzini *et al.* (2011), actuando como fuente constante de contaminación secundaria incluso después de finalizar el tratamiento, este piretroide sintético también es tóxico para organismos acuáticos, como los peces e invertebrados según la EFSA (2010), a pesar de que estos se aplican en zonas apícolas, pueden llegar los ecosistemas acuáticos a través de esorrentías, desechos de cera contaminada o mal manejo de desechos del apiario, debido a su elevada lipófila estos compuestos tiende a unirse a sedimentos y materia orgánica.

En este sentido, resulta fundamental informar y capacitar a los productores apícolas sobre la existencia de métodos alternativos para el control de la varroasis que no solo resultan más económicos, sino que también mantienen una eficacia comparable a la de los tratamientos químicos tradicionales. Estas alternativas permiten a los apicultores proteger sus colmenas sin incurrir en gastos elevados ni generar impactos negativos en la salud humana, la calidad de los productos apícolas o el equilibrio ecológico del entorno. Además, al implementar estas estrategias de manejo integrado y sostenible, los productores no solo aseguran la viabilidad económica de sus operaciones, sino que también contribuyen al fortalecimiento de prácticas responsables dentro de la apicultura, fomentando la conservación ambiental y la seguridad alimentaria.

V. CONCLUSIONES

El nivel de infestación al inicio del estudio fue moderado.

El tratamiento a base de fluvalinato fue el que obtuvo mejor porcentaje de eficacia para el control del ácaro *Varroa destructor*.

El peso final de las colmenas no fue diferente entre tratamiento ni apiarios lo que indica que las colmenas mantuvieron un peso relativamente estable durante el periodo experimental por la influencia de los tratamientos.

El tratamiento al final del estudio de menor costo fue el orgánico.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adjlane, N., Tarek, E., & Haddad, N. (2016). Evaluation of Oxalic Acid Treatments against the Mite *Varroa destructor* Secondary Effects on Honey Bees *Apis mellifera*. *Journal Arthropod-Borne Diseases*, 10(4), 501-509.

Aguirre, J., Demedio, J., & Roque, E. (2007). Eficacia varroicida del ácido oxálico en jarabe de sacarosa por goteo. *Salud Animal*, 29(2), 118-122.

Airahuacho, F., Jiménez, V., Rubina, S., & Velásquez, 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>

Al Naggar Y., & Paxton R. (2020). Mode of transmission determines the virulence of Black Queen Cell virus in adult honey bees, posing a future threat to bees and apiculture. *Viruses*, 12(5), 535.

Aliano, N., Ellis, M., & Siegfried, B. (2006). Acute contact toxicity to *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and their *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) hosts in laboratory bioassays. *Journal of Economic Entomology*, 99(5), 1579-1582. <http://dx.doi.org/10.1603/0022-0493-99.5>.

Annoscia, D., Del Piccolo, F., & Nazzi, F. (2012). How does the mite *Varroa destructor* kill the honeybee *Apis mellifera*? Alteration of cuticular hydrocarbons and water loss in infested honeybees. *Journal of Insect Physiology*, 58(12), 1548-1555. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2012.09.008>

Aronstein, K. A., Saldivar, E., Vega, R., Westmiller, S., & Douglas, A. E. (2012). How *Varroa* Parasitism Affects the Immunological and Nutritional Status of the Honey Bee, *Apis mellifera*. *Insects*, 3(3), 601–615. <https://doi.org/10.3390/insects3030601>

Bayer., AG. (2020). The *Varroa* mite: Biology, reproduction and control. Bayer Animal Health GmbH. Disponible en https://www.bayer.com/sites/default/files/The_Varroa_Mite_2020.pdf

Benito, M., Bartolomé, C., Maside, X., Bernal, J., Bernal, J., Nozal, M., Meana, A., Botías, C., Hernández, R., & Higes, M. (2021). Residual Tau-Fluvalinate in Honey Bee Colonies Is Coupled with Evidence for Selection for *Varroa destructor* Resistance to Pyrethroids. *Insects*, 12(8), 731-731. <https://doi.org/10.3390/insects12080731>

Bonzini, S., Tremolada, P., Bernardinelli, I., Colombo, M., & Vighi, M. (2011). Predicting pesticide fate in the hive (part 1): Experimentally determined τ -Fluvalinate residues in bees, honey and wax. *Apidologie*, 42(3), 378-390. <https://doi.org/10.1007/s13592-011-0011-2>

Borbor, J. (2015). Respuestas de las abejas (*Apis mellifera*) a diferentes alternativas de alimentación en la comuna de Olón, provincia de Santa Elena. La Libertad. UPSE. Matriz. Facultad de Ciencias Agrarias. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/2242>

Bowen, P. L., & Gunn, A. (2001). The effect of the ectoparasitic mite, *Varroa destructor* on adult worker honeybee (*Apis mellifera*) emergence weights, water, protein, carbohydrate, and lipid levels. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 101(3), 207-217.

Bowen, P., Martin, S., & Gunn, A. (1999). The transmission of deformed wing virus between honeybees (*Apis mellifera* L.) by the ectoparasitic mite *Varroa jacobsoni* Oud. *Journal of Invertebrate Pathology*, 73(1), 101-106.

Brodtschneider, R., & Crailsheim, K. (2010). Nutrición y salud en las abejas melíferas. *Apidología*, 41(3), 278-294. <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>

Calderón, R., Ortiz, A., Aparisio, B., & Ruiz, M. (2015). *Varroa* en Panamá: detección, propagación y perspectivas. *Mundo de las abejas*, 81(3), 126-128. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2000.11099482>

Calderón, R., & Sánchez, L. (2011). Diagnóstico de enfermedades en colmenas de abejas africanizadas en Costa Rica: prevalencia y distribución de setiembre a noviembre del 2007. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 49-60.

Calderón, R., Quiros, O., Ramírez, F., & Sánchez, L. (2024). Control integrado del ácaro *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae) con ácido oxálico en colonias de abejas africanizadas en el trópico de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias*, 42 (2), 1-19. <https://doi.org/10.15359/rcv.42-2.2>

Cameron, J., Santen, E., & Ellis, J., (2020). Evaluación de la eficacia de la vaporización de ácido oxálico y la interrupción de la cría en el control de la plaga de abejas *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), *Journal of Economic Entomology*, 113, (2), 582-588, <https://doi.org/10.1093/jee/toz358>

Cervo, R., Bruschini, C., Cappa, F., Meconcelli, S., Pieraccini, G., Pradella, D., & Turillazzi, S. (2014). La alta abundancia de ácaros *Varroa* influye en los perfiles químicos de las abejas obreras y en las preferencias de los ácaros y sus huéspedes. *Journal of Experimental Biology*, 217(17), 2998-3001. <https://doi.org/10.1242/jeb.099978>

Charriere, J., & Imdur, A. (2002). Tratamiento con ácido oxálico por goteo contra *Varroa destructor*: recomendaciones para su uso en Europa central y en condiciones climáticas templadas. *Bee World*, 83 (2), 51-60 <https://doi.org/10.1080/0005772X.2002.11099541>

Crespo, R., Crespo, L., Viader, S., & Guardia, A. (2011). Ensayo a campo de la eficacia de acaricidas comerciales para el control de *Varroa destructor* (Acari: varroidae). *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 37 (3), 225-230.

Dai, P., Jack, C., Mortensen, A., Bustamante, T., & Ellis, J. (2018). Toxicidad crónica de amitraz, cumafós y fluvalinato en larvas de *Apis mellifera* L. criadas in vitro. *Scientific Reports*, 8(1), 5635-5635. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24045-3>

Delaplane, K., & Hood, W. (1999). Economic threshold for *Varroa jacobsoni* Oud. in the southeastern USA. *Apidologie*, 30(5), 383-395.

Díaz, B., Moyón, J., & Boquero, M. (2019). Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis (*Varroa destructor*) en apiarios ecuatoriano Ciencia y Agricultura, 16(1), 63-78. <https://www.redalyc.org/journal/5600/560059292005/html/>

European Food Safety Authority (EFSA). (2010). Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance tau-fluvalinate. EFSA Journal, 8(12), 1894. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1894>.

Francia, G. (2023). Métodos de aplicación del ácido oxálico en colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) para el control de el ácaro (*Varroa destructor*). Universidad Nacional Agraria La Molina. Tesis para optar por título de ingeniera agrónoma. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/6094>

Fries, I., & Camazine S. (2001). Implications of horizontal transmisión for honey bee epidemiology. Apidologie, 32, 199-214.

Fries, I., Imdorf, A., & Rosenkranz, P. (2003). Survival of mite infested (*Varroa destructor*) honey bee (*Apis mellifera*) colonies in a Nordic climate. Apidologie, 34(4), 389-397.

Frigolí, L., & Poffer, D. (2019). Monitoreo y control de varroasis. Obtenido de INTA: https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta__monitoreo_y_control_de_varroasis.pdf

Gallardo, H., & Ordóñez, A. (2018). Evaluación de dos métodos de tratamiento con ácido oxálico para el control de *Varroa destructor* en colonias de abejas *Apis mellifera* L. Mexico. <https://hermeshoney.com/2019/wp-content/uploads/2019/08/Evaluacion-de-dos-metodos-de-tratamiento-con-acido-oxalico-para-el-control-de-Varroa-destructor-en-colonias-de-abejas-Apis-mellifera-L.pdf>

González, D., Candia, D., Suárez, J., Salas, L., & Quilodran, O. (2005). Comparación de la eficacia del ácido fórmico y del fluvalinato, como métodos de control de *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) en colmenas de *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae), en

Ñuble, centro sur de Chile. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 64(3), 35-42. <https://www.scielo.org.ar/pdf/rsea/v64n3/v64n3a04.pdf>

Gosselin-Badaroudine, P., & Chahine, M. (2017). Biophysical characterization of the *Varroa destructor* NaV1 sodium channel and its affinity for τ -fluvalinate insecticide. FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology, 31(7), 3066–3071. <https://doi.org/10.1096/fj.201601338R>

Guzmán, E., & Correa, A. (2012). Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. Yire.

Guzmán, E., Eccles, L., Calvete, Y., McGowan, J., Kelly, P. G., & Correa, A. (2010). *Varroa destructor* is the main culprit for the death and reduced populations of overwintered honey bee (*Apis mellifera*) colonies in Ontario, Canada. Apidologie, 41(4), 443–450. <https://doi.org/10.1051/apido/2009076>

Jack, C., Sperry, N., Mortensen, AN., & Ellis, J. (2020). How to quantify *Varroa destructor* in honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies: ENY-173/IN125710/2019. EDIS, 2020 (1), 8. <https://doi.org/10.32473/edis-in1257-2019>

Kosch, Y., Mülling, C., & Emmerich, I. (2024). Resistencia de *Varroa destructor* al tratamiento con ácido oxálico: una revisión sistemática. Veterinario. Ciencia., 11 (9), 393; <https://doi.org/10.3390/vetsci11090393>

Maggie, M., Tourn, E., Negri, P., Szawarski, N., Marconi, A., Gallez, L., Medici, S., Ruffinengo, S., Brasesco, C., De Feudis, L., Quintana, S., Sammataro, D., & Eguaras, M. (2015). A new formulation of oxalic acid for *Varroa destructor* control applied in *Apis mellifera* colonies in the presence of brood. Apidologie, 47, 596-605. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0405-7>

Margaoan, R., Papa, G., Nicolescu, A., Cipcigan, M., Kösoğlu, M., Topal, E., & Negri, I. (2025). Environmental pollution effect on honey bees and their derived products: a comprehensive analysis. Environmental science and pollution research international, 32(16), 10370-10391. <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33754-4>

Mariani, F., Lambrech, R., & Testiani, M. (2003). Evaluación del ácido fórmico para el control de la varroasis en la colmena en mielada. *Vida Apícola*, 122, 48-51.

Martínez, K. (2015). Evaluación de diferentes variedades de *Oxalis tuberosa* (OCA) para la obtención de harina con fines industriales. Tesis de grado para la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.

Martínez, P.J.F., Gómez Leyva, J.F., González Cortés, N., Catzím Rojas, F.J., Sánchez Melo, Y., & Payró de la Cruz, E. (2022). Presencia de *Varroa destructor*, *Nosema spp.* y *Acarapis woodi* en colonias de abejas de Tabasco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(2), 303-315.

Masaquiza, D., Vargas, J., Ortiz, N., Salazar, R., Curbelo, L., Perez, A., Cuberlo, L., Perez, A., & Arenal, A. (2021). Hygienic Behavior of *Apis mellifera* and Its Relationship with *Varroa destructor* Infestation and Honey Production in the Central Highlands of Ecuador *Insectos*, 2021(12), 966. <https://doi.org/10.3390/insects12110966>

Maya, O., Medina, C., Aquino, G., Olmos, G., & López, M. (2020). Tratamiento estacional con amitraz contra *Varroa destructor* y sus efectos en colonias de *Apis mellifera*. *Abanico veterinario*, 10, e129. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-61322020000100129

Minaya, D., & Pérez, I. (2022). Eficacia de tres formulaciones artesanales a base de ácido oxálico para el control de *Varroa destructor* en *Apis Mellifera*, en ambiente de bosque húmedo. Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña. Trabajo de grado para obtener doctorado en medicina veterinaria. <https://repositorio.unphu.edu.do/handle/123456789/4333>

Morfin, N., Rawn, D., Petukhova, T., Kozak, P., Eccles, L., Chaput, J., Pasma, T., & Guzmán-Novoa, E. (2022). Surveillance of synthetic acaricide efficacy against *Varroa destructor* in Ontario, Canada. *The Canadian Entomologist*, 154(1), e17. <https://doi.org/10.4039/tce.2022.4>

Mortensen, A, Smith, B., Ellis, J & Planell Ramos, M. (2022). La Organización Social de las Abejas Melíferas. ENY-176/IN1373, EDIS, 2022 (5). <https://doi.org/10.32473/edis-in1373-2022>

Mortensen, A. N., Schmehl, D., & Ellis, J. (2013). European Honey Bee *Apis mellifera* Linnaeus and subspecies (Insecta: Hymenoptera: Apidae). EDIS, 2013, (8). <https://doi.org/10.32473/edis-in1005-2013>

Nanetti, A., Büchler, R., Charriere, J., Fries, I. Helland, S., Imdorf, A., Kornela, S., & Kristiansen, P. (2003). Oxalic acid treatments for varroa control (Review). *Apiacta*, 38, 81-87.

Neira, M., Kauzalrich, C., Navarro, G., Dörner, K., & Manquián, N. (2011). Residuos de tau fluvalinato (piretroide) en la cera de la cámara de cría y su efecto sobre larvas de abejas de la casta obrera (*Apis mellifera* L.) *Agro Sur*. 39(1), 24-34. <http://revistas.uach.cl/pdf/agrosur/v39n1/art03.pdf>

Noël, A., Conte, Y., & Mondet, F. (2020). *Varroa destructor*: how does it harm *Apis mellifera* honey bees and what can be done about it? *Emerging Topics in Life Sciences*, 4(1), 45-57. <https://doi.org/10.1042/etls20190125>

O'Connell, D. P., Healy, K., Wilton, J., Botías, C., & Jones, J. C. (2025). A systematic meta-analysis of the efficacy of treatments for a global honey bee pathogen - the Varroa mite. *The Science of the Total Environment*, 963, 178228. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178228>

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). (2012). Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. (E. Guzmán Novoa, & A. Correa Benitez, Edits.) D.F., Mexico: Yire.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). Buenas prácticas apícolas para una apicultura sostenible. <https://www.fao.org/agroecology/database/detail/es/c/1447417/>

Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE). (2021). Varroosis de las abejas melíferas (infestación de las abejas melíferas por *varroa spp.*), 3.2.6. https://www.woah.org/fileadmin/Home/esp/Health_standards/tahm/3.02.06_VARROOSIS.pdf

Quirós, O. (2023). Efectividad del ácido oxálico en el control integrado del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas en Atenas, Alajuela. Trabajo Final de Graduación para optar por el Grado Académico de Licenciatura en Medicina Veterinaria. Facultad de ciencias de la salud. <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/64a3879f-9162-4cb9-9ff0-a8e8aa614159/content>

Rademacher, E., & Harz, M. (2006). Oxalic acid for the control of varroosis in honey bee colonies - a review. *Apidologie*, 37(1), 98-120. <https://doi.org/10.1051/apido:2005063>

Ramírez, E., Martínez, J., & Torres, C. (2021). Evaluación de tratamientos orgánicos en el control de *Varroa destructor* y su efecto en la dinámica poblacional de *Apis mellifera*. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 13(2), 45-56.

Ramos, A., De la Mora, Á., Contreras, F., Morfin, N., Tapia, J., Macías, J., Petukhova, T., Correa, A., & Guzmán, E. (2024). Prevalencia e intensidad de varroosis y nosemosis de las abejas melíferas (*Apis mellifera*) en seis regiones del estado de Jalisco, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 15(1), 98-114. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v15i1.6434>

Ritter, W. (2001) *Enfermedades de las Abejas*. Acribia, Zaragoza, ES. 146.

Rosenkranz, P., Aumeier, P., & Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S96-S119. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.07.016>

Rouibi, A., Bouchema, Wided., Loucif-Ayad, W., Achou, M., & Soltani, N. (2016). Risks assessment of two acaricides (fluvalinate and oxalic Acid) in *Apis mellifera* intermissa (Hymenoptera, Apidae): Acetylcholinesterase and glutathione S-transferase activities Journal of Entomology and Zoology Studies, 4(2), 504-508.

Sáenz, C. (2023). Evaluación del desarrollo de resistencia del ácaro varroa a los acaricidas químicos Apistan® y Bayvarol®. Trabajo presentado para optar al grado de Máster en Apicultura Tropical. Universidad Nacional Heredia Costa Rica. <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/71be2160-0e6a-4f12-9c67-82414decd7f1/content>

Salas, R. (2000). Manual de apicultura para el manejo de abejas africanizadas. Programa para el desarrollo de la pequeña y mediana industria apícola en Honduras. Honduras. EAP-Zamorano. 65.

Silva, A. (2006). Evaluación del ácido oxálico sobre *Varroa destructor* Anderson y Trueman (Acari: Mesostigmata), aplicado en otoño sobre colonias de *Apis mellifera* L (Hym: Apidae). Tesis para optar al grado de licenciado en agronomía. Universidad Austral De Chile. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fas586e/doc/fas586e.pdf>

Snodgrass, R. E. (2018). The Anatomy of the Honey Bee. Cornell University Press.

Soledispa, J. (2018). Alternativas de control del ácaro (*varroa spp*) en los panales de abejas en la provincia de Santa Elena. (Tesis de ingeniería). <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4280/1/UPSE-TIA-2018-0001.pdf>

Sorucu, A., Çöl, B., Esra Dibek., & Babayeva, A. (2025). Assessing Phenotypic and Genotypic Resistance to Flumethrin in *Varroa destructor* Populations in Muğla, Türkiye. Insects, 16(6), 548. <https://doi.org/10.3390/insects16060548>

Subramanian, P., Kumar Yadav, A., Ray, S., & Saikanth, D. (2024). LA FASCINANTE VIDA DE LAS ABEJAS. Tendencias recientes en entomología, 14, 46-59.

https://www.researchgate.net/publication/379542411_THE_FASCINATING_LIFE_OF_BEES

Villegas, X. (2021). Prevalencia y manejo integrado del ácaro *Varroa destructor* en colmenas de abejas africanizadas. Trabajo presentado para optar al grado de Máster en Apicultura Tropical. Universidad Nacional Presbítero Benjamín Núñez. <https://repositorio.una.ac.cr/server/api/core/bitstreams/aa92dfd-3f2e-4992-953b-f0f93bf48033/content>

Wallner, K. (1999). Varroácidos y sus residuos en productos apícolas. *Apidología*, 30 2-3, 235-248. <https://doi.org/10.1051/apido:19990212>