



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTA:

ANA LAURA MARIN ABREU

ASESOR INTERNO:

JESÚS FROYLÁN MARTÍNEZ PUC

TÍTULO:

**“Actividades asociadas al establecimiento y fomento de un apiario
productivo en Chiná, Campeche, México”**

DICIEMBRE 2025



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CHINÁ**

TESIS

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

PRESENTA:

ANA LAURA MARIN ABREU

ASESOR INTERNO:

JESÚS FROYLÁN MARTÍNEZ PUC

TÍTULO:

**“Actividades asociadas al establecimiento y fomento de un apiario
productivo en Chiná, Campeche, México”**

DICIEMBRE 2025



China, Campeche; 10/noviembre/2025

Oficio No. DIR/1113/2025

C. MARIN ABREU ANA LAURA
PRESENTE

El que suscribe, manifiesta que el Dictamen emitido por el Comité de Revisión que integra el sínodo de la Titulación Integral por Tesis denominada **"ACTIVIDADES ASOCIADAS AL ESTABLECIMIENTO Y FOMENTO DE UN APIARIO PRODUCTIVO EN CHINÁ, CAMPECHE"**; es **APROBADO** como requisito parcial para obtener el Título de Ingeniera Agrónoma.

Sin otro particular, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica,
Aprender Produciendo*

MARCO GABRIEL ROSADO ÁVILA
DIRECTOR

Minutario

MGRA/scbn



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Calle 11 S/N entre 22 y 28, Chiná,
Campeche, C.P. 24520, Tel. 9818272052 y
9818272082, e-mail: dir_china@tecnm.mx
www.itchina.edu.mx



COMITÉ REVISOR

Este trabajo fue revisado y aprobado por este comité y presentado por la C. **MARIN ABREU ANA LAURA** como requisito parcial para obtener el título de: **INGENIERO AGRÓNOMO** el día 03 del mes de diciembre del año 2025 en Chiná, Campeche.

JESUS FROYLAN MARTINEZ PUC
Presidente



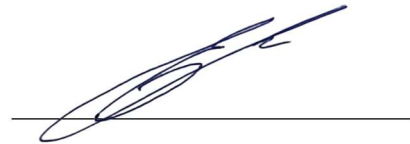
ROBERTO CARLOS GOMEZ GARCIA
Secretario



GUSTAVO ENRIQUE MENDOZA ARROYO
Vocal



ENRIQUE ARCOCHA GOMEZ
Vocal Suplente



I AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento al Tecnológico Nacional de México, Campus Chiná, por el apoyo otorgado en cada proyecto, proporcionándome todo lo necesario para seguir preparándome; así también agradezco a cada uno de los docentes y personal administrativo, quienes me brindaron su amistad y conocimientos; sin duda la universidad ha sido el lugar donde tuve grandes aprendizajes y experiencias, las cuales ayudaron a formar la persona que soy hoy en día.

Agradezco al M. en C. Jesús Froylán Martínez Puc, por compartir conmigo no solo sus vastos conocimientos, sino también su experiencia y sabiduría a lo largo de este camino. Su paciencia infinita, su apoyo constante y, sobre todo, su amistad y confianza, han sido pilares fundamentales en este proceso. Estoy profundamente agradecida por cada enseñanza que me ha brindado, por cada consejo oportuno y por haber estado presente en los momentos clave.

Más allá de lo académico, agradezco las aventuras y los buenos momentos compartidos, que hicieron de esta etapa una experiencia inolvidable. Gracias por creer en mí y por acompañarme en cada paso de este viaje, por guiarme con dedicación y por siempre estar dispuesto a ofrecerme una palabra de aliento. Este logro también es suyo, y siempre llevaré con gratitud todo lo que me ha enseñado.

A mi familia, amigos y conocidos, quiero expresarles mi más profundo agradecimiento por haber formado parte de esta increíble experiencia, les debo gran parte de lo que hoy soy. He aprendido tanto de cada uno, desde las palabras de aliento hasta las lecciones de vida que me han compartido, y esas huellas permanecerán conmigo para siempre.

Deseo de corazón que sigan siendo las personas maravillosas que han sido hasta el día de hoy conmigo. Gracias por estar ahí, por creer en mí y por darme el impulso que necesitaba para alcanzar este sueño.

II DEDICATORIAS

A mis padres, Carlos Marín y Laura Abreu, y a mi abuela Guadalupe Ruiz a quien aún tengo la dicha de tener a mi lado; quienes han sido mi pilar fundamental en cada etapa de mi vida. Gracias por su amor incondicional, por creen en mi incluso en los momentos en que yo misma dudaba, y por brindarme siempre su apoyo sin reservas. Su fe en mi me ha dado la fuerza para seguir adelante y alcanzar cada uno de mis sueños, pues me inspiran a ser y dar lo mejor de mi día a día. A ustedes, que han estado a mi lado en cada paso, en cada caída y en cada victoria, les dedico este logro con todo mi corazón. Esta tesis es tan mía como suya, porque sin su guía, paciencia y esfuerzo incansable, nada de esto habría sido posible. Su ejemplo de dedicación y perseverancia ha sido mi mayor inspiración.

A mis ángeles guardianes en el cielo, mis abuelos, que, aunque ya no estén físicamente conmigo, he sentido su amor y protección en cada etapa de este camino. Su legado de esfuerzo, sacrificio y amor incondicional ha sido mi inspiración constante. Este trabajo es también un tributo a su memoria y al cariño eterno que siempre me brindaron. Con todo mi amor y gratitud, este triunfo es también suyo.

A mis queridos tíos Alfonso Abad y Martha Rodríguez, quienes han sido mucho más que una mano amiga en este viaje académico. Gracias a su cariño y confianza, he podido alcanzar este importante sueño. No solo me becaron financieramente, sino que me brindaron un respaldo emocional invaluable, este logro también es de ustedes. Su ayuda no solo me ha permitido concluir mis estudios, sino que ha sido una lección de solidaridad, amor familiar y entrega desinteresada. Todo lo que soy y lo que he logrado se debe, en gran medida, a su constante apoyo.

Concluyo dedicando a Dios este logro tan importante en mi vida, por ser mi luz y mi guía en cada paso de este camino. A través de cada desafío, sentí su mano guiándome, dándome fuerzas para perseverar y seguir adelante. Por cada bendición recibida, por cada lección aprendida, y por cada oportunidad brindada para crecer.

III ÍNDICE

	Página
I AGRADECIMIENTOS.....	6
II DEDICATORIAS.....	7
III ÍNDICE.....	8
IV INTRODUCCIÓN.....	13
V OBJETIVO.....	14
VI MARCO TEÓRICO.....	15
6.1 Apicultura.....	15
6.2 Apiario.....	15
6.2.1 Ubicación del apiario.....	16
6.2.2 Flora melífera.....	16
6.2.3 Colmena.....	17
6.2.4 Equipo de manejo.....	18
a) Ahumador.....	18
b) Espátula.....	18
c) Cepillo.....	18
6.2.5 Equipo de protección.....	19
a) Velo.....	19
b) Guantes.....	19
c) Overol.....	19
d) Botas.....	19
6.3 Abeja melífera.....	20
6.3.1 Reina.....	21
6.3.2 Zángano.....	22
6.3.3 Obrera.....	22
6.4 Ciclo biológico de la abeja.....	22
6.5 Sanidad apícola.....	23
6.6 Diagnóstico	24
6.7 Enfermedad.....	24
6.8 Varroosis.....	25

6.8.1 Descripción de <i>V. destructor</i>	25
6.8.2 Ciclo biológico.....	25
6.8.3 Daños causados por <i>V. destructor</i>	26
6.9 Acariosis.....	26
6.9.1 Descripción de <i>A. woodi</i>	26
6.9.2 Ciclo biológico.....	27
6.9.3 Daños causados por <i>A. woodi</i>	27
6.10 Nosemosis.....	28
6.10.1 Descripción de <i>Nosema</i> spp.....	28
6.10.2 Ciclo biológico.....	29
6.10.3 Daños causados por <i>Nosema</i> spp.....	30
6.11 Aetiosis.....	31
6.11.1 Descripción de <i>Aethina tumida</i>	31
6.11.2 Ciclo biológico.....	32
6.11.3 Daños causados por <i>Aethina tumida</i>	32
VII MATERIALES Y MÉTODOS.....	33
7.1 Ubicación.....	33
7.2 Material biológico.....	34
7.3 Actividades realizadas.....	34
7.4 Conteo de bastidores con población de abejas adultas.....	35
7.5 Colecta de muestras de abejas adultas.....	36
7.6 Diagnóstico de <i>Varroa destructor</i> en abejas adultas.....	37
7.7 Diagnóstico de <i>Acarapis woodi</i>	38
7.8 Diagnóstico de <i>Nosema</i> spp.....	39
7.9 Análisis de datos.....	40
7.10 Vegetación circundante al apiario.....	40
VIII RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
8.1 Condición de las colmenas recibidas.....	41
8.2 Población de abejas adultas.....	41
8.3 Condición de la cría y reservas.....	42
8.4 Niveles de infestación en abejas adultas del ácaro <i>V. destructor</i>	43

8.4.1 Relación entre los niveles de infestación del ácaro <i>V. destructor</i> y la presencia de cría abierta y cerrada.....	43
8.4.2 Proceso de validación de la eficacia del ácido oxálico y el timol para el control del ácaro <i>V. destructor</i>	45
8.4.3 Nivel de infestación del ácaro <i>V. destructor</i>	44
8.4.4 Cría y su relación con los niveles de infestación.....	46
8.4.5 Eficacia de los productos alternativos (ácido oxálico y timol).....	46
8.5 Costos.....	48
8.6 Niveles de infestación de <i>A. woodi</i>	48
8.7 Niveles de infección de <i>Nosema</i> spp.....	49
8.8 Principales especies nectarpolíníferas identificadas.....	49
IX CONCLUSIÓN.....	54
X BIBLIOGRAFÍA.....	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Descripción de las partes que conforman una colmena tipo Langstroth.....	18
Tabla 2 Clasificación taxonómica de la abeja melífera.....	21
Tabla 3 Clasificación taxonómica de <i>Varroa</i> <i>destructor</i>	25
Tabla 4 Clasificación taxonómica de <i>Acarapis woodi</i>	27
Tabla 5 Clasificación taxonómica de <i>Nosema spp</i>	28
Tabla 6 Clasificación taxonómica de <i>Aethina tumida</i>	31
Tabla 7 Ciclo biológico de <i>Aethina tumida</i>	32
Tabla 8 Intensidades de infección de <i>Nosema ssp</i>	40
Tabla 9 Especies de importancia apícola identificadas cerca del apiario.....	50
Tabla 10 Calendario de actividades.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Colmena tipo Langstroth.....	17
Figura 2 Ciclo biológico de la abeja melífera.....	23
Figura 3 Ubicación del área de estudio.....	33
Figura 4 Colonia tipo Langstroth.....	34
Figura 5 Bastidor con una cobertura del 85% de abejas adultas.....	35
Figura 6 Bastidor con una cobertura del 80% de cría operculada.....	36
Figura 7 Colecta de muestras de abejas adultas de un panal por medio del método de raspado de un movimiento de arriba A hacia abajo B.....	37
Figura 8 Ácaro <i>V. destructor</i> observado a través de un estereoscópio.....	38
Figura 9 Abeja en posición supino dorsal.....	39
Figura 10 Número de bastidores cubiertos por abejas adultas por cámara de cría recibida.....	42
Figura 11 Bastidores con cría y reservas.....	42
Figura 12 Niveles de infestación en abejas adultas del ácaro <i>V. destructor</i>	43
Figura 13 Nivel de infestación de <i>V. destructor</i> en Bastidores de Cría Operculada.....	44
Figura 14 Nivel de infestación de <i>V. destructor</i> en Bastidores de Cría Abierta	44
Figura 15 Niveles de infestación de <i>V. destructor</i> antes y después de la aplicación de los tratamientos alternativos.....	46
Figura 16 Promedio del nivel de infestación del ácaro <i>V. destructor</i> después de la aplicación de los tratamientos. Tratamientos: TE = Testigo, TI = Timol, AO = Ácido oxálico.....	48
Figura 17 Niveles de infección de <i>Nosema</i> spp.....	49
Figura 18 <i>Merremia umbellata</i> (L.).....	51
Figura 19 <i>Viguiera dendata</i> (Cav.) Spreng.....	52
Figura 20 <i>Ipomea crinicalyx</i> S. Moore.....	52

IV INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad ancestral que desempeña un papel fundamental en la conservación del medio ambiente, la seguridad alimentaria y el desarrollo económico de las comunidades rurales. A nivel global, las abejas no solo son esenciales para la polinización de cultivos y ecosistemas, sino que también constituyen una fuente de ingresos sostenible a través de la producción de miel, cera, propóleo y otros derivados. En México, esta práctica tiene una larga tradición, particularmente en el estado de Campeche, que se posiciona como una de las regiones más destacadas en la producción de miel, tanto a nivel nacional como internacional.

En este contexto, el establecimiento y fomento de apiarios productivos en Chiná, Campeche, adquiere especial relevancia. Chiná, como parte de la región maya, cuenta con un entorno biodiverso que propicia condiciones óptimas para el desarrollo de la apicultura. Sin embargo, pese a sus ventajas naturales, muchos apicultores enfrentan desafíos relacionados con la gestión técnica, el acceso a recursos, y la falta de estrategias para maximizar la productividad y la sostenibilidad de sus apiarios.

El presente estudio tiene como objetivo analizar las actividades asociadas al establecimiento y fomento de un apiario productivo en Chiná, explorando tanto los aspectos técnicos como los socioeconómicos involucrados. A través de este análisis, se busca proponer estrategias que no solo potencien la producción de miel, sino que también contribuyan al fortalecimiento de las comunidades locales, promoviendo prácticas sostenibles que armonicen con la riqueza cultural y ecológica de la región.

Esta investigación parte de la premisa de que un enfoque integral, que considere los factores ambientales, sociales y económicos, es clave para el éxito de cualquier iniciativa apícola. De este modo, se pretende aportar conocimiento útil tanto para los apicultores como para instituciones y organismos interesados en el desarrollo del sector apícola en el estado de Campeche y más allá.

V OBJETIVO GENERAL

Determinar el estado sanitario y diseñar un calendario de actividades tecnológicas para el establecimiento y fomento de un apiario productivo.

Objetivos específicos:

- Determinar la frecuencia y niveles de infestación e infección de enfermedades y plagas de las colonias establecidas en un apiario.
- Diseñar un calendario apibotánico de la zona de influencia del apiario.
- Diseñar un calendario de actividades asociadas al fomento y mantenimiento de un apiario productivo.

VI MARCO TEÓRICO

6.1 Apicultura

Del latín *apis* que significa “abeja” y *-cultura* que significa “cultivo”, podemos definir a la apicultura como el “conjunto de técnicas y conocimientos relativos a la cría de las abejas” (RAE, s/f). En este sentido la apicultura es una actividad agropecuaria orientada a la cría de las abejas melíferas para obtener diversos beneficios derivados de la venta de productos y subproductos apícolas y de la acción polinizadora en los cultivos (Alviz – Martin *et al*, 2009). Así mismo, la apicultura también se puede definir como el conjunto de conocimientos, habilidades y procedimientos que se emplea en la cría de las abejas para así obtener productos como la miel, polen, propóleos, jalea real, apitoxina, cera, etc. En la actualidad la apicultura es una ciencia, con investigaciones probadas en técnicas de manejo, sanidad, nutrición y genética (Muñoz, 2021).

6.2 Apiario

Un apiario, es un conjunto de colmenas colocadas en un lugar apropiado destinado para la producción de miel, jalea real, propóleos y polen (Silva-Hernández, 2015). Según Martínez *et al.*, (2021), los apiarios están conformados por diversas colmenas. En este sentido al apicultor y de acuerdo con la cantidad de colmenas en posesión lo podemos clasificar como:

- Pequeño: menos de 30 colmenas.
- Mediano: de 30 a 100 colmenas.
- Grande: más de 100 colmenas.

Para la instalación de un apiario se deben tener en cuenta diversos factores medioambientales como la temperatura, la humedad, la luz, el viento y la lluvia, todos estos factores son fundamentales para el buen desarrollo y manejo de las abejas y, por tanto, deben contemplarse cuando se tenga que elegir el sitio donde se ubicará el apiario. Así mismo, deben tenerse en cuenta factores como la disponibilidad de especies néctar poliníferas, la facilidad de transporte (debe darse en condiciones óptimas tanto para la abeja como para el

apicultor), la adecuación del sitio (en lo posible debe ser plano para facilitar las prácticas de manejo) y la seguridad para evitar accidentes con animales y personas (Martínez *et al.*, 2021).

6.2.1 Ubicación del apiario

Los apiarios deberán instalarse en terrenos alejados de asentamientos humanos rurales o urbanos, corrales de ganado, centros de reunión, caminos principales y vecinales, etc., a una distancia de entre 200 a 400 metros, dependiendo de la vegetación y defensividad de la colonia en cada región, a las leyes o reglamentos estatales, municipales o de la localidad, procurando garantizar la seguridad de las personas y los animales (SAGARPA, 2018). Según Silva-Hernández (2015), el lugar y las condiciones que se le ofrezca a las abejas proporcionará resultados positivos o negativos, tanto para el apicultor a través del beneficio económico que obtendrá, como para las abejas que se fortalecerán y desarrollan la colonia, acoplando abundancia de miel y polen. El lugar donde se instale el apiario deberá ser un terreno libre de inundaciones, así como también libre de árboles que estén a punto de desquebrajarse o caer encima de las colmenas por acción de vientos fuertes y tierra suelta (De Araujo-Freitas *et al.*, 2010).

6.2.2 Flora melífera

La porción mexicana de la península de Yucatán, conformada por los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán, posee 2,329 taxones de flora (aproximadamente el 10% de la flora mexicana). Tomando como base estudios previos de flora melífera, se puede señalar tentativamente que esta representa aproximadamente el 40% de la flora regional. A pesar de esta gran diversidad en la flora melífera, solo un grupo selecto de plantas se usan (*Viguiera dentata* y *Gymnopodium floribundum*) Sin embargo, en ciertos periodos del año hay brechas de escasez o ausencia de flores (néctar y polen) y limita la disponibilidad de alimento para las abejas *Apis mellifera*, afectando el mantenimiento de sus poblaciones y disminuyendo su potencial productivo. Ante esta situación, una propuesta viable es la búsqueda de especies de plantas melíferas con calidad de néctar que sean apropiadas para sostener a las poblaciones de abejas durante las fases de ciclo apícola y de estacionalidad. Lo anterior puede ayudar a mejorar los ensambles de flora melífera en los alrededores de los apiarios y así incrementar la productividad de miel (Cetzal-Ix *et al.*, 2019).

6.2.3 Colmena

Se entiende por colmena al lugar donde se alojan las colonias de abejas melíferas. La colmena puede estar fabricada por diversos materiales, destacando la madera tratada y seca, semidura de preferencia facilitar su manipulación; tiene una medida estándar, con la finalidad de agregarle accesorios, realizar prácticas que faciliten la cosecha de miel (Muñoz, 2021). Una colmena consta de diversas partes, las cuales se describen a continuación:

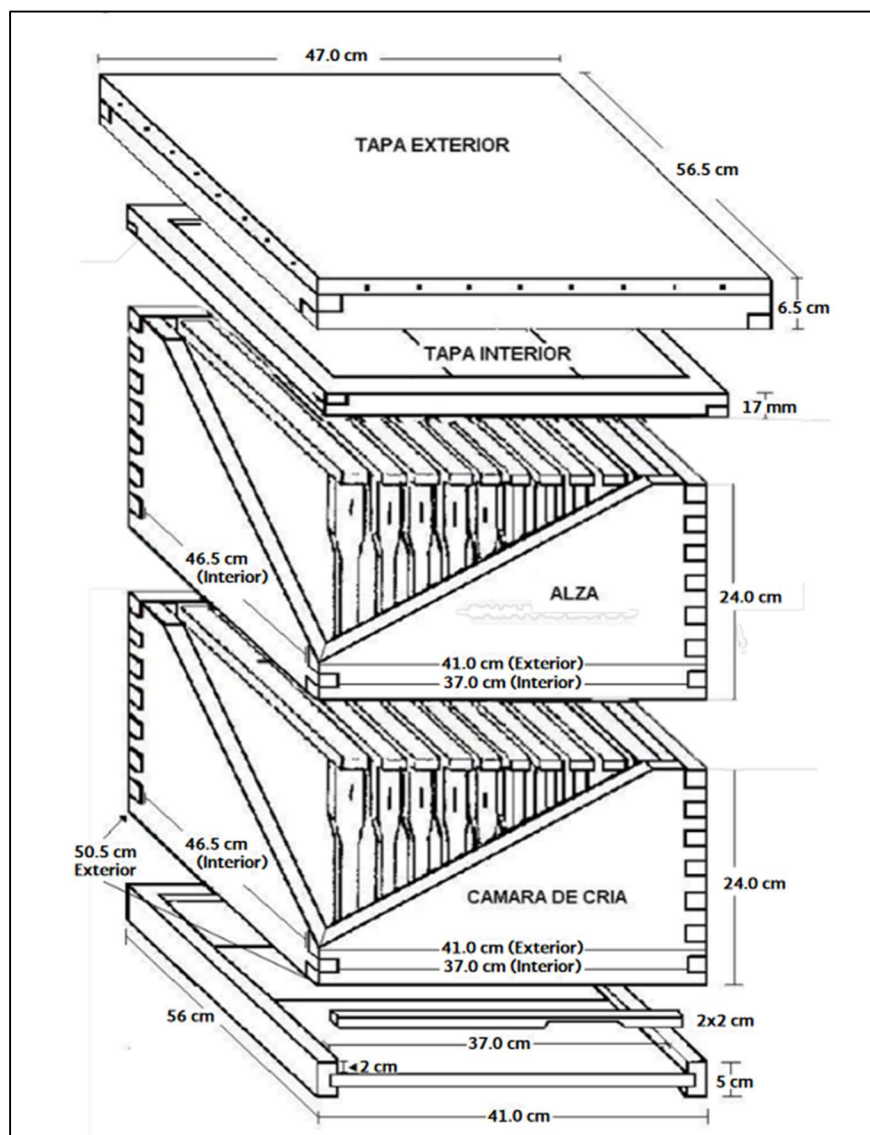


Figura 1.- Colmena tipo Langstroth (AGRICULTURA, 2024).

Tabla 1.- Descripción de las partes que conforman una colmena tipo Langstroth.

Parte de la colmena	Descripción
Piso	Protege la parte inferior de la colmena, de la humedad, de la irradiación y la temperatura en exceso del suelo y del ataque de algunas plagas de las abejas.
Piquera	Es la puerta de ingreso a la colmena, tiene aberturas para el uso según la época del año. Regula el espacio de paso de las abejas de la colmena.
Cámara de cría	Es el cajón inferior de la colmena, y está destinado al albergue del nido de cría y reservas alimenticias.
Alza melaria	Es el cajón superior o cajas superiores, su función es el almacenamiento de la miel, el exceso de reservas alimenticias.
Techo o tapa	Es la pieza que va encima de la colmena, forrado con chapa metálica, para proteger de la lluvia.
Bastidores o cuadros	Son la estructura que contiene los panales de miel, polen y cría, contiene ojillos y tiras de alambre para soportar el panal; su función es el de dar un libre movimiento a los panales para su manipulación, cosecha y traslado.
Caballote o base	Existen caballetes de madera, fierro, cemento, ladrillos, tanto individuales como colectivos. Instalados con una inclinación leve hacia adelante, para evitar ingreso de agua de lluvia a la colmena.

(Fuente: SAGARPA, 2018).

6.2.4 Equipo de manejo

a) Ahumador

El ahumador, de preferencia debe ser elaborado de acero inoxidable. Sin embargo, estos pueden estar elaborados de diversos materiales, sobresaliendo aquellos de lámina galvanizada. Es indispensable para la apicultura porque sin el empleo de humo no se puede abrir la caja. El humo calma a las abejas, permite inspeccionar la colmena y la cosecha de los productos (Martínez *et al.*, 2021).

b) Espátula

Se utiliza para abrir, separar y retirar cuadros, y limpiar y quitar las distintas piezas de las colmenas (Martínez *et al.*, 2021). Consiste en una pieza de acero afilada por un extremo

para separar todas las partes de la colmena que están adheridas con propóleos. En el otro extremo de la cuña tiene una forma redonda y sirve para raspar la cera que se encuentra adherida en las paredes de la colmena (SAGARPA, s/f).

c) Cepillo

El Cepillo para Apicultura es una herramienta fundamental en el cuidado de tus colmenas. Diseñado para proporcionar un manejo delicado y efectivo, este cepillo está hecho con un mango de madera resistente y cerdas sintéticas blancas, lo que lo hace suave pero eficiente al retirar las abejas de los cuadros. Con una longitud total de 40 cm y un área de cerdas de 20 x 6 cm, ofrece un amplio alcance y cobertura, permitiendo trabajar rápidamente y con menos estrés para las abejas. Las cerdas sintéticas son duraderas y fáciles de limpiar, asegurando una herramienta higiénica y de larga vida. Ya sea que estés realizando una inspección de rutina o cosechando miel, este cepillo es imprescindible para cualquier apicultor que desee mantener sus colmenas sanas y felices (Martínez *et al.*, 2021).

6.2.5 Equipo de protección

a) Velo

El velo es una herramienta de seguridad que protege la cara y el cuello del apicultor de las picaduras de las abejas. Las abejas están usando dióxido de carbono y la distinción de contrastes de la cara (como ojos/ boca/nariz de la cara, pelo de la cabeza) para focalizar y atacar. Existen muchos tipos de velos. Sin embargo, debemos seleccionar aquellos que se mantienen fuera del contacto de la cara. El sombrero, duro o una gorra, es un complemento del velo y evita que a las abejas se introduzcan en el cabello (Caron, 2010).

b) Guantes

Los guantes tienen la función de ser una protección ante posibles picaduras de las abejas. Pueden ser de cuero delgado, lana gruesa encauchada o goma gruesa para proteger las manos de las picaduras (Martínez *et al.*, 2021). Silva Hernández, (2015), menciona que los guantes tienen que ser de cuero liso y suave. Éstos sirven para protegerse las manos. Igual

que otros equipos, los guantes deben lavarse cada vez que están sucios y guardarlos secos, colgarlos o bien doblarlos.

c) Overol

El overol es un vestidío de una sola pieza, es decir que el pantalón y la camisa va unida. A las bejas les molesta la ropa de color negro, rojo o verde oscuro a diferencia de la ropa de color blanco (Silva-Hernández, 2015). Este tipo de overol trae adherida una careta o velo con el fin de proteger el cuerpo y la cara de las picaduras de las abejas. En el comercio se encuentra de colores blanco, caqui y otros (Martínez, *et al.*, 2021)

d) Botas

Las abejas pueden llegar a picar los pies. Las botas o zapatos altos deben ofrecer una adecuada protección en la zona de los tobillos, estos sirven para proteger a una de las zonas de ataque preferido de las abejas que es el espacio entre la parte inferior de los pantalones y botas. No es recomendable usar huaraches o zapatos descubiertos cuando se va a trabajar en el apiario (SAGARPA, s/f).

6.3 Abeja melífera

La abeja europea (*Apis mellifera*), también conocida como abeja doméstica o abeja melífera, es una especie de himenóptero apócrito de la familia Apidae. Esta especie es originaria de Europa, África y parte de Asia. La introducción humana de *Apis mellifera* en otros continentes comenzó en el siglo XVII, y ahora las más de 20 razas se encuentran en todo el mundo, incluido el este de Asia, Australia y América del Norte y del Sur (Sammataro y Avitabile, 1998 ; Winston *et al.*, 1981).

Actualmente existen numerosos estudios que indican que *A. mellifera* ha sufrido descensos significativos, posiblemente debido a un cúmulo de diversos factores, tales como la transferencia de patógenos y parásitos, prácticas de apicultura perjudiciales, pérdida de forraje y hábitat de anidación, especies exóticas invasoras, falta de control de plagas y otros impactos antropogénicos (De la Rúa, *et al.*, 2014). Lamentablemente no se tiene claro si estos descensos o reducción de la población de colonias se refiere a las silvestres o a las manejadas; esto debido a que no hay datos suficientes para diferenciar a las colonias silvestres de las manejadas, ya que en la mayoría de las áreas ha habido cientos de años de selección por parte

de humanos para obtener características positivas, como producir miel de mejor calidad o abejas menos agresivas (De la Rúa *et al.*, 2014).

Tabla 2.- Clasificación taxonómica de la abeja melífera.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Insecta
Orden	Hymenoptera
Familia	Apidae
Género	<i>Apis</i>
Especie	<i>mellifera</i> .

(Philippe, 2008).

6.3.1 Reina

Las abejas reina es la que se encarga de la postura de los huevos, es madre de todas las abejas de la colonia, desprende feromonas para la unión del enjambre alrededor de ella, el cual provoca el trabajo comunitario de las abejas (Muñoz, 2021). Cada colonia de abejas tiene una reina y su tarea más importante es poner huevos, de estos huevos nacen las crías también conocidas como larvas. Después de cinco días de vida, la reina virgen alcanza su madurez sexual y sale de su colmena para hacer su vuelo de fecundación. Al volar se encuentra y aparea con varios zánganos y machos. Estos dejan su semen dentro de la reina. La reina tiene dentro de su cuerpo una bolsa llamada espermateca, en la cual puede almacenar suficientes espermatozoides para el resto de su vida. En una semana puede salir dos o tres veces de la colmena para hacer su vuelo de apareamiento (Silva-Hernández, 2015).

La reina regresa a la colmena después de hacer su vuelo de fecundación y en una semana empieza a poner huevos todos los días del año. Durante el flujo principal de néctar pone hasta 1500 huevos por día. Así aumenta la población de abejas. Una vez que empieza a poner huevos después de su vuelo de fecundación, ya no sale de su colmena para fecundarse más. Cuando la colonia tiene una buena reina, las abejas son laboriosas. Pero si la reina tiene problemas físicos que la limitan o impiden su postura o es muy vieja para transmitir los mensajeros químicos que mantienen la colonia organizada, las abejas se ponen nerviosa y, si es necesario la matan y hacen una nueva reina (Silva-Hernández, 2015).

6.3.2 Zángano

Cumple la función de copula de las reinas vírgenes y ayudar a mantener la temperatura interna de la colmena (Muñoz, 2021). Los zánganos son los machos de la colonia. Durante los meses en que hay flores, existe mayor abundancia de zánganos en cada colonia, ya que son las temporadas de reproducción. La tarea de los zánganos es fecundar a la reina virgen. Los que la fecundan mueren, esto asegura no caer en consanguinidad. Los zánganos están incapacitados para recoger néctar de las flores porque tienen la lengua muy corta. Pero lo más importante es que carece de aguijón. Durante las épocas de flujo principal de néctar es cuando hay reinas vírgenes y estas necesitan aparearse con los zánganos. Al llegar a la época de escasez de néctar, ya no hay reinas vírgenes para fecundar y las obreras sacan a los zánganos de la colmena. Cada ciclo de floración, la reina pone huevos de zángano. Las obreras mantienen a los zánganos únicamente durante los meses del año en que son de utilidad para aparearse con las reinas vírgenes (Silva-Hernández, 2015).

6.3.3 Obrera

Cumple las funciones de: Limpieza de celdas, alimentación de larvas, reina y zánganos, producción de cera, construcción de panales, guardia, recolección de néctar, polen, resinas, agua, ventilación, temperatura del nido, exploración de alimento y nuevos lugares para anidar (Muñoz, 2021). La abeja obrera, al igual que la reina, es una hembra pero no se ha desarrollado para la reproducción, En casos muy especiales y cuando falta reina, sus ovarios se desarrollan y consiguen poner huevos pero al no ser fecundados naceán solo zánganos (Silva-Hernández, 2015). La abeja obrera, posee otros órganos que no se encuentran ni en la reina ni en los zánganos, que les permite realizar las innumerables tareas relacionadas con la vida de la colonia. Ellas son las encargadas de efectuar todos los trabajos dentro y fuera de la colmena, los cuales realizan de acuerdo a la edad y al desarrollo glandular (Silva-Hernández, 2015).

6.4 Ciclo biológico de la abeja melífera

El desarrollo ontogénico de las abejas es similar al de otros insectos con metamorfosis completa. En la abeja obrera, el ciclo comienza con la postura del huevo que tarda 3 días y 5 horas en emerger y pasar así al estado larval o de “cría abierta”. Este periodo dura 6 días

hasta que es operculada la celda y pasa al tercer estadio de prepupa y pupa. Este estadio dura 12 días, durante el cual va tomando forma la abeja hasta emerger. El ciclo biológico de la abeja obrera desde que es ovipositado el huevo hasta que emerge de la celda dura 21 días. Cada individuo pasa por las etapas de huevo, larva, pupa y adulto. La larva es el estadio de crecimiento, la pupa es el estadio de diferenciación y formación de las estructuras de los adultos (Michener, 1974). El huevo de la abeja es de color blanco y subcilíndrico con uno de los extremos alargados, pesa aproximadamente 0.1 mg. La reina deposita el huevo en una celda y éste se adhiere en el fondo por su extremo angosto. El periodo de incubación dura de 76 a 78 horas (Espina Pérez y Ordetx 1983).

	REINA	OBRAERA	ZANGANO	DÍAS
HUEVO				1
				2
				3
LARVA				4
				5
				6
				7
				8
PRE PUPA				9
				10
PUPA				11
				12
				13
				14
ADULTA				15
				16
				17
				18
				19
				20
				21
				22
				23
				24
				25

Figura 2.- Ciclo biológico de la abeja melífera (SAGARPA s/f).

6.5 Sanidad apícola

Las enfermedades que afectan a las abejas melíferas las podemos clasificar, en enfermedades que afectan a la cría y enfermedades que afectan a las abejas adultas, por otro lado también las podemos clasificar por el tipo de agente causal como son virus, bacterias,

hongos y parásitos. Las ocasionar una reducción en la producción de miel, llegando incluso a la pérdida total de la colonia. Es importante recalcar que cualquier medicamento que se aplique para el control de enfermedades debe ser un producto autorizado para uso apícola por la SAGARPA (Martínez-Pérez de Ayala *et al.*, 2017)

6.6 Diagnóstico

Llamamos diagnóstico al arte de identificar una enfermedad a través de los signos y síntomas que el paciente presenta. La palabra fue tomada por vía culta del griego *he diagnostike tekhnē* (arte de distinguir o identificar enfermedades), expresión que se formó a partir del verbo *diagignoskein* ‘distinguir’, ‘discernir’, ‘discriminar’, compuesto por el prefijo *dia* ‘a través’ (como en diáfano) y *gignoskein* ‘conocer’. Este verbo griego proviene de la raíz indoeuropea *gno*, que también dio origen al latín *cognoscere* (conocer). En las lenguas modernas, la palabra parece haber llegado primero al inglés *diagnostic* en 1625, al alemán *diagnose* también en el siglo XVII, y en el siglo XVIII, al italiano *diagnostico* y al francés *diagnostic*, mientras que al español llegó solo en el siglo XIX, para ser incorporado a la edición del Diccionario de 1843. A la palabra diagnóstico, la Real Academia de la Lengua le otorga los significados de distinguir o reconocer, capacidad de distinguir (Coronado-Hurtado, 2016).

6.7 Enfermedad

La enfermedad es el resultado de la interacción entre el agente agresor y el huésped susceptible en un medio ambiente propicio (Kenet, 1987). Consideramos como agentes etiológicos los gérmenes patógenos que provocan enfermedades masivas, incluyéndolos que dan lugar a enfermedades transmisibles con aparición esporádica. Aquí se incluyen los virus, rickettsias, bacterias, hongos, espiroquetas, protozoarios, helmintos que provocan las enfermedades infecciosas. Los agentes etiológicos mencionados se llaman también "agentes infecciosos" (Pardo-Cobas, 2006).

6.8 Varroosis

6.8.1 Descripción de *V. destructor*

El ácaro *V. destructor*, es un parásito cuyas hembras adultas miden de 1.1 mm a 1.2 mm de largo y de 1.5 mm a 1.6 mm de ancho, presenta una forma aplanada dorsoventralmente, con una coloración café-rojizo (Ritter, 1981; Delfinado-Baker, 1984), por lo cual puede observarse a simple vista, posee cuatro pares de patas, abundante revestimiento piloso y las patas dotadas de ventosas que favorecen su sólida fijación en el cuerpo de las abejas (Ritter, 2001). El macho es de menor tamaño en comparación a la hembra ya que mide 0.71 mm de largo por 0.70 mm de ancho, es de color blanco amarillento y de forma esférica (Ritter, 1981; Delfinado-Baker, 1984). La varroosis o varroatosis (Ritter 2001), es una parasitosis causada por el ácaro externo *Varroa destructor* (Anderson y Trueman 2000). Originalmente el ácaro *V. destructor* era asociado con la abeja asiática *Apis cerana*, sin causar daño al huésped. Sin embargo, al entrar en contacto con *A. mellifera* se dio el salto de hospedero con defensas menos desarrolladas. El ácaro *Varroa destructor*, antes descrito como *Varroa jacobsoni* Oudemans, fue descrito por primera vez por Oudemans en 1904 como un ácaro ectoparásito natural de la abeja melífera (*Apis cerana*) del este de Asia (De Jong *et al.*, 1982). Su clasificación taxonómica es la siguiente:

Tabla 3.- Clasificación taxonómica de *Varroa destructor*.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Arachnida
Supclase	Acari
Orden	Mesostigmata
Familia	Varroidae
Género	<i>Varroa</i>
Especie	<i>destructor</i> .

(Fuente: Anderson y Trueman, 2000).

6.8.2 Ciclo biológico

El ciclo biológico de *V. destructor* se divide en dos fases, una fase forética y una fase reproductiva (Ritter, 2001). La etapa donde las hembras adultas de *V. destructor* se

encuentran alimentándose sobre las abejas adultas, se denomina fase forética (De Jong, 1997; Delfinado-Baker *et al.*, 1992), esta etapa depende de la disponibilidad de cría (Boot *et al.*, 1992).

6.8.3 Daños causados por *V. destructor*

El ácaro *Varroa destructor* es considerado como un ectoparásito debido a que causa daños a los adultos y al desarrollo de la cría, ya que se alimenta de la hemolinfa de las abejas. Más tarde se cambió de hospedante a la abeja occidental (*Apis mellifera*) y ahora se ha convertido en una plaga grave de las abejas en todo el mundo (Anderson y Trueman, 2000; Morse y Flottum, 1997). En el siglo XX lo más probable es que la dispersión del ácaro se inició con el traslado de abejas desde Rusia oriental al lejano Oriente, lo que permitió una interacción entre las dos especies de abejas *Apis cerana* y *Apis mellifera*, originándose el puente que posibilitó a *Varroa destructor* llegar hasta el nuevo huésped (Rosenkranz, Aumeier y Ziegelmann, 2010).

Hoy en día el parásito se encuentra en muchos países de Europa, África, Asia y América (Moretto, 2001). La apicultura comenzó a sentir un fuerte impacto debido a los efectos drásticos de *Varroa destructor* en diversas regiones del mundo, presentando en colonias de *Apis mellifera* altas tasas de infestación en cría y en adultos (De Jong *et al.*, 1984).

6.9 Acariosis

6.9.1 Descripción de *A. woodi*

Es un parásito específico de la abeja melífera. Las hembras de *A. woodi* miden de 143 a 174 μm de largo y de 77 a 81 μm de ancho, los machos son más pequeños que las hembras, ya que miden de 125 a 136 μm de largo y de 60 a 77 μm de ancho, los huevos y las larvas son mayores que los machos y las hembras adultas (Delfinado-Baker y Baker, 1982).

La acariosis es una parasitosis causada por el ácaro traqueal *Acarapis woodi*. Se identificó por primera vez en abejas procedentes de la Isla de Wight en el Canal de la Mancha. Este parásito infesta principalmente las tráqueas que comunican con el primer par de espiráculos torácicos de las abejas adultas (Ordetx y Espina, 1966; Bailey, 1981), aunque ocasionalmente pueden encontrarse en los sacos aéreos de la cabeza y tórax (Wilson *et al.*,

1997; Ritter, 2001). En 1905, se presentó una mortalidad inusual en esta Isla, que posteriormente se extendió a todas las regiones de Gran Bretaña, para 1920, se habían perdido el 90% de las colonias de abejas en Inglaterra (OIRSA-BID, 1990).

Tabla 4.- Clasificación taxonómica de *Acarapis woodi*.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Clase	Arachnida
Orden	Trombidiformes
Familia	Tarsonemidae
Género	<i>Acarapis</i>
Especie	<i>woodi</i>

(Fuente: USDA, s/f).

6.9.2 Ciclo biológico

El ciclo biológico de *A. woodi* inicia cuando las hembras fecundadas penetran a través del estigma del primer par de tráqueas de las abejas (Ritter, 2001). En algunas ocasiones son infestados los sacos aéreos del tórax y la cabeza, ya que los ácaros no pueden ingresar a las demás tráqueas, debido a que la abertura del estigma es demasiado pequeña (Wilson *et al.*, 1997; Ritter, 2001). La hembra de *A. woodi* es capaz de producir de ocho a diez descendientes ovipositando en promedio 0.85 huevos por día, iniciando la oviposición a los 12 días de edad (Pettis, *et al.*, 1991).

6.9.3 Daños causados por *A. woodi*

Los ácaros adultos y sus fases en desarrollo son capaces de perforar con su aparato bucal la pared de la tráquea, para así absorber la hemolinfa del huésped (Ordetx y Espina, 1966; Cornejo y Rossi, 1974; Bailey, 1981; Ritter, 2001), pudiendo penetrar una diversidad de gérmenes patógenos a través de las heridas practicadas (Ritter, 2001). Las tráqueas de los primeros espiráculos torácicos proporcionan oxígeno a los músculos de vuelo, y la presencia de abundantes ácaros en estos conductos dificulta la respiración de la abeja (Ordetx y Espina, 1966; Bailey, 1981). Debido a la necrosis en los músculos de vuelo provocado por la falta de oxígeno, las abejas infestadas se ven incapacitadas para volar (Orantes *et al.*, 1997). Las abejas afectadas presentan una tendencia a arrastrarse, las alas distendidas con una marcada

dislocación de las mismas hacia delante (Cornejo y Rossi, 1974). Se ha demostrado que la infestación por *A. woodi* reduce el periodo de vida, hasta en un 30% en comparación al de una abeja sana (OIRSA-BID, 1990).

6.10 Nosemosis

6.10.1 Descripción de *Nosema* spp

La nosemosis es una parasitosis causada por el protozooario *Nosema apis* Zander (*N. apis*), un parásito del tracto digestivo de las abejas adultas (Fries, 1993; 1997; Orantes y González, 1998; Ritter, 2001). La nosemosis es considerada la enfermedad de las abejas más diseminada a nivel mundial (Nixon, 1982). Sin embargo, sus efectos se consideran poco importantes en países que cuentan con climas tropicales o subtropicales, a diferencia de los países que cuentan con climas templados donde causa importantes pérdidas económicas (Wilson y Nunamaker, 1983).

Las esporas tienen una forma ovalada, miden aproximadamente 6 µm de largo y 4 µm de ancho, en su interior contiene dos núcleos haploides sin fusionar y dos vacuolas, una superior denominada polaroplasto y una posterior que contiene una estructura enrollada en forma de hélice conocido como filamento polar el cual tiene una longitud de 400 µm, en la parte anterior existe una estructura llamada micrópilo o casquete polar por donde se produce la abertura de la espora (Bailey, 1981; Orantes y González, 1998; Ritter, 2001).

Tabla 5.- Clasificación taxonómica de *Nosema* spp.

Reino	Fungi
Phylum	Microsporidiae
Clase	Incertae sedis C (Microsporidia)
Orden	Incertae sedis O (Microsporidia)
Familia	Incertae sedis F (Microsporidia)
Género	<i>Nosema</i>
especie	<i>apis</i>

(Fuente: USDA, s/f).

6.10.2 Ciclo biológico

El ciclo biológico se inicia cuando las abejas adultas ingieren el alimento contaminado con esporas (Cornejo y Rossi, 1974; Fries, 1993b; 1997; Ritter, 2001), cuando las esporas se encuentran en el ventrículo o estómago verdadero de la abeja, las secreciones gástricas provocan un aumento de la presión osmótica en el interior de la espora lo que facilita la apertura del micrópilo por donde sale el filamento polar que se fija a la pared de la células epiteliales del tubo digestivo (Fries, 1993b; 1997; Orantes y González, 1998; Ritter, 2001). El contenido de la espora pasa a través del filamento polar y se inyecta en el interior de las células epiteliales (Orantes y González, 1998; Ritter, 2001). El citoplasma de la célula epitelial del intestino de la abeja, es el lugar donde crecerá el esporoplasma de *N. apis* fusionándose los dos núcleos transformándose en un meronte o célula madre que se dividirá asexualmente, vía estadios cuatrinucleares, originando muchos merozoitos o células hijas, este proceso se conoce como merogonia, y en *N. apis* existen dos ciclos merogónicos (Orantes y González, 1998).

La siguiente fase, es la formación de esporas o esporogonia, en donde cada merozoito se diferenciará en esporontes, y cada esporonte dará lugar a dos esporoblastos, que una vez que se encuentran maduros darán origen a esporas. Una vez rota la célula, las esporas serán vertidas a la luz del tubo digestivo (Orantes y González, 1998), y pasarán a la ampolla rectal de la abeja, serán expelidos con los excrementos, produciéndose por este medio la diseminación de las esporas y la futura infección de nuevos individuos en la colonia (Cornejo y Rossi, 1974; Ritter, 2001). Cuando las abejas son capaces de volar libremente y defecar lejos de la colonia, se reducen las posibilidades de que las esporas entren en contacto con las abejas (Bailey, 1981).

El ciclo biológico bajo condiciones óptimas tiene una duración de 48 a 60 horas (Fries, 1993b; 1997; Orantes y González, 1998). La diseminación de las esporas dentro de la colonia depende de la intensidad de la infección que afecte a las abejas, ocurre mediante el pillaje de poblaciones parasitadas, el intercambio de panales de una colonia enferma a una colonia sana (Ritter, 2001), la manipulación constante (Fries, 1993b; 1997).

6.10.3 Daños causados por *Nosema* spp.

Las abejas afectadas presentan diversos síntomas como parálisis, alas temblorosas, movimientos convulsivos y pérdida de los pelos del tórax, y en algunas ocasiones estreñimiento, si bien siempre se asocia a la disentería con *N. apis*, no existen pruebas científicas de que *N. apis* sea la causa principal de la disentería (Bailey, 1981; Orantes y González, 1998). El aumento en el contenido de agua de las heces en las abejas enfermas en la porción final del intestino provoca el aplastamiento de los sacos aéreos incapacitando a las abejas para volar (Orantes y González, 1998).

Se ha observado que la asociación de *Varroa destructor* y *Nosema* spp. ocasiona una alta mortalidad, a pesar de que el número de esporas de *N. apis* en el organismo de las abejas sea mucho menor que en casos de que se presente únicamente *N. apis* (Hinojosa y González, 2004). De igual manera, muchos efectos patológicos se asocian a uno o más de los tres virus asociados a *N. apis*, como el virus de la celda real negra, el virus de las abejas y el virus filamentosos que raramente provocan daños a las abejas por si solos (Bailey, 1981; Ritter, 2001).

Las abejas afectadas ya no aprovechan bien el polen como alimento y la proteína elaborada se consume con mayor rapidez que la que es aportada en la hemolinfa de la abeja (Ritter, 2001), acortando hasta en un 30% el periodo de vida de la abeja (Bailey, 1981). Las abejas infectadas tienen solamente 6 mg de nitrógeno en su cuerpo graso mientras que las abejas sanas contienen entre 14 y 23 mg y contienen más aminoácidos en su hemolinfa que las abejas infectadas (Bailey, 1981).

Las abejas infectadas presentan escaso desarrollo de las glándulas hipofaríngeas hasta llegar a una completa degeneración (Cornejo y Rossi, 1974). Así, las abejas infectadas inician su actividad de pecoreadoras unos días antes que las abejas sanas, reduciéndose la cantidad de abejas encargadas de la atención a la cría (Ritter, 2001).

Cuando la reina resulta infectada por *N. apis* ocurre una degeneración progresiva de los ovarios reduciéndose la postura y produciendo una menor cantidad de sustancias inhibitoras

del desarrollo de los ovarios en las obreras (Ritter, 2001), y en casos extremos la pérdida total de la colonia (OIRSA-BID, 1990). En las colonias infectadas la producción de miel se reduce hasta en un 25 % (Cornejo y Rossi, 1974).

6.11 Aetinosi

6.11.1 Descripción de *Aethina tumida*

El Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC) es una plaga de las abejas originaria de las regiones tropicales y subtropicales de África. El PEC fue identificado por Murray en 1867 y años más tarde la biología del escarabajo fue estudiada y descrita por Lundie. El PEC destruye panales con cría, fermenta la miel y aumenta la susceptibilidad de las abejas hacia otras enfermedades, provocando pérdidas económicas que en la mayoría de los casos pueden ser graves. (Guzmán-Novoa, 2012).

La presencia del PEC fue reportada por primera vez en Norteamérica en 1998, donde se le considera un problema relativamente serio. El impacto inicial de esta plaga en EUA fue alto, ya que, en 1999, sólo el estado de Florida estimó, tres millones de dólares por pérdidas de más de 20,000 colonias. La presencia del PEC en EUA también ocasionó que varios países impusieran barreras comerciales para la compra de reinas, núcleos, paquetes de abejas y cera de este país. Actualmente el PEC es relativamente controlable y sus daños en EUA ya no son tan altos como ocurrió inicialmente (Guzmán-Novoa, 2012).

Los científicos han clasificado al Pequeño Escarabajo de la Colmena de la siguiente manera:

Tabla 6.- Clasificación taxonómica de *Aethina tumida*.

Reino	Animalia
Phylum	Arthropoda
Subphylum	Hexapoda
Clase	Insecta
Super orden	Holometabola
Orden	Coleoptera
Superorden	Polyphaga
Familia	Nitidulidea
Género	<i>Aethina</i>
Especie	<i>tumida</i>

(Fuente: Saldaña-Loza *et al.*, 2014).

6.11.2 Ciclo biológico

El Pequeño Escarabajo de la Colmena atraviesa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto. Los estadios de huevo, larva y adulto los pasa en la colmena, mientras que el de pupa lo desarrolla en tierra, cerca de las colmenas.

Tabla 7.- Ciclo biológico de *Aethina tumida*.

Huevo	Los huevos del PEC son de color blanco cremoso. Tienen 1.4 mm de largo por 0.26 mm de ancho. Eclosiona de 3 a 6 días. La temperatura ideal para su reproducción es de 28° C a 32° C y más de 50% de humedad ambiente para eclosionar.
Larva	Las larvas son color amarillo crema. Tienen de 10 a 11 mm de largo por 3 mm de ancho y tienen 3 pares de patas cerca de la cabeza. Su desarrollo tarda de 10 a 14 días.
Pupa	Cuando la larva localiza un suelo que sea favorable, cava de 2 a 20 cm de profundidad y forma una cámara de pupación con suelo y excretas. Las pupas son blanco aperladas cuando son jóvenes, tornándose oscuras conforme maduran. Duran de 15 a 74 días en el suelo.
Adulto	Los adultos del PEC son de café claro cuando aún son jóvenes y pasan a un color café oscuro en la etapa madura. Miden de 5 a 7 mm de largo y de 3 a 4.5 mm de ancho; tienen pelos finos que cubren todo su cuerpo. Pueden vivir hasta 6 meses. Su dieta se basa en miel, polen, larvas y pupas de abeja.

(Fuente: Saldaña-Loza *et al.*, 2014).

6.11.3 Daños causados por *Aethina tumida*

Los escarabajos se alimentan de polen, miel y crpia de abejas, llegando a vivir desde unos días hasta seis meses. Así mismo, se ha demostrado que *A. tumida* puede actuar como vector de diversos virus, por lo que puede ser considerado como un vector biológico. Por otro lado, un elevado número de escarabajos reduce el almacenaje de alimento el área de cría y el desempeño del pecoreo. Es importante mencionar que un escarabajo puede volar hasta 5 km por lo cual su margen de infestación hacia apiarios es elevado (INIFAP, 2014)

VII MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Ubicación

El apiario se estableció en las instalaciones de la unidad de producción académica “Rancho Xamantún”; propiedad del Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche, México, el cual se encuentra ubicado en las coordenadas 18° 50' 11" latitud norte y 90° 24' 12" Longitud oeste (**Figura 3**), a una altura de 20 msnm., con un clima Aw₁, con un promedio de precipitación de 1,138 mm anuales y una temperatura media anual de 26.8°C, el tipo de vegetación es la selva mediana subcaducifolia. El tipo subcaducifolio, corresponde a una comunidad vegetal que en época de secas correspondiente a los meses de febrero-mayo del 50 al 75% de los árboles pierden sus hojas (Flores y Espejel, 1994).



Figura 3.- Ubicación del área de estudio.

7.2 Material biológico

El material biológico consistió en 15 colonias (cámara de cría) de abejas melíferas (*Apis mellifera*), alojadas en colmenas tipo Langstroth con 10 bastidores, con reinas fecundadas de seis meses de edad y de la línea Azteca (**Figura 4**).



Figura 4.- Colonia tipo Langstroth.

7.3 Actividades realizadas

Una vez establecido el apiario se realizaron las siguientes actividades:

- Estimación de bastidores cubiertos por abejas adultas.
- Estimación de bastidores con áreas de cría (abierta u operculada) y reservas (miel y polen).
- Colecta de muestras de abejas adultas.
- Diagnóstico sanitario (*Varroa destructor*, *Acarapis woodi*, *Nosema* spp. y *Aethina tumida*)
- Validación de tratamientos (ácido oxálico y timol) para el control del ácaro *V. destructor*.

- Recorrido de campo mediante la técnica de transectos (400 metros) para identificar las principales floraciones nectarpolíníferas en el área.

7.4 Conteo de bastidores con población de abejas adultas

Para estimar la población de abejas adultas, se inspeccionaron manualmente los bastidores de las colonias. Cada bastidor fue retirado cuidadosamente y se examinó por ambos lados, visualmente la cobertura de las abejas adultas. Este procedimiento permitió estimar en porcentaje la población de abejas adultas, lo que fue fundamental para determinar el estado general de la colmena (este mismo procedimiento se aplicó en bastidores de cría; **Figura 5 y 6**).



Figura 5.- Bastidor con una cobertura del 85% de abejas adultas.



Figura 6.- Bastidor con una cobertura del 80% de cría operculada.

7.5 Colecta de muestras de abejas adultas

Las muestras de abejas adultas fueron colectadas directamente de la cámara de cría de un bastidor con población de abejas adultas y con cría (abierta u operculada), el cual fué colocado en posición vertical y posteriormente se raspó un frasco tipo de tipo pet con capacidad de 200 ml., el cual contenía 100 ml. de alcohol etílico al 70% (**Figura 7**). Cada muestra fue identificada con el número de colonia, número de bastidor y fecha de colecta.



Figura 7.- Colecta de muestras de abejas adultas de un panal por medio del método de raspado de un movimiento de arriba A hacia abajo B.

7.6 Diagnóstico de *Varroa destructor* en abejas adultas

La muestra conteniendo abejas adultas se colocó en un envase de plástico tipo pet con capacidad de un litro al cual previamente se le ha recortado el fondo, y se le colocó una malla criba con aberturas de 4 mm a la altura del cuello de la botella, posteriormente, se le agregó alcohol etílico hasta cubrir en su totalidad a las abejas de la muestra. La muestra se agitó con movimientos circulares (la fricción del alcohol con el cuerpo de las abejas ocasionó que los ácaros se desprendan del cuerpo de las mismas), se giró lentamente la tapa rosca del envase sobre una tela blanca permitiendo escurrir el alcohol, los ácaros fueron retenidos en la tela blanca y las abejas adultas en la malla criba (**Figura 8**). Finalmente se aplicó la siguiente fórmula (De Jong *et al.*, 1982):

$$\text{Nivel de infestación en abejas adultas} = \frac{\text{No. de ácaros}}{\text{No. de abejas}} \times 100$$



Figura 8.- Ácaro *V. destructor* observado a través de un estereoscópio.

7.7 Diagnóstico de *Acarapis woodi*

Para determinar la presencia de *A. woodi* se utilizaron 20 abejas obreras adultas de cada muestra colectada, a cada abeja se le disectó la cabeza junto con el primer par de patas, dejando visible el primer anillo toraxico (**Figura 9**) el cual fue analizado con un microscopio estereoscópico marca VELAB.



Figura 9.- Abeja en posición supino dorsal.

7.8 Diagnóstico de *Nosema* spp.

Para determinar la presencia de *Nosema* spp. se utilizó la técnica propuesta por Cantwell (1970), la cual consiste en seleccionar 25 abejas adultas por caca una de las muestras, a cada abeja se le separó el abdomen del resto del cuerpo, los 25 abdómenes por cada muestra fueron macerados en 12.5 ml de agua destilada, aplicándole 5 gotas de nigrocina, posteriormente una gota del macerado se analizó en un microscopio optico compuesto a 40x. En caso de observarse la presencia de esporas, se procedió a un analisis cuantitativo utilizando los criterios de Jaycox (OIRSA-BID, 1990).

$$\frac{(\text{No. Total de esporas contadas} / 50) (12500\text{mm}^3) / 0.004 \text{ mm}^3}{25} = \text{No. De esporas} / \text{abejas}$$

25

El método para cuantificar el crecimiento de esporas en el abdomen de las abejas es por conteo con ayuda de un hemocitómetro (Fries *et al.*, 2013) y así determinar si se trata de una infección muy ligera o severa en función del número de esporas registradas por abeja (Fries *et al.*, 2013; 1988).

Tabla 8.- Intensidad de la infección de *Nosema* ssp. (OIRSA, 1990.)

Intensidad de la infección	N° de esporas por abeja
Nula	Inferior a 0.01
Muy ligera	0.01 – 1.00
Ligera	1.00 – 5.00
Regular	5.00 – 10.00
Semi severa	10.00 – 20.00
Severa	Superior a 20.00

7.9 Análisis de datos

Los niveles de infestación del ácaro *V. destructor*, y los niveles de infección del hongo *Nosema* spp. fueron registrados en una hoja de cálculo Microsoft Excel® y analizados mediante estadística descriptiva utilizando gráficas de barras, así como también medidas de tendencia central (la media; Triola, 2009). Para determinar la posible relación entre los niveles de infestación del ácaro *V. destructor* y la presencia de cría operculada y abierta, se realizó un análisis de correlación de Pearson (Briones, 2008).

7.10 Vegetación circundante al apiario

Se realizaron recorridos mensuales con la finalidad de identificar las principales especies nectarpoliníferas circundantes al apiario establecido en un rango de 400 metros a la redonda mediante la técnica de transectos.

VIII RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Condición de las colmenas recibidas

Se recibieron un total de 15 cámaras de cría con 10 bastidores cada una. Durante la inspección, se determinó que la mayoría de las cámaras no presentaban daños que comprometieran su uso. Sin embargo, se observaron algunas variaciones menores en su estado. La mayoría de las cámaras se encontraban en buen estado estructural, aunque tres de ellas presentaron pequeñas grietas y astillas en las esquinas, probablemente causadas durante el transporte o almacenamiento previo. Las cámaras presentaban condiciones generales de limpieza aceptables, aunque algunas mostraron restos de polvo y residuos menores en su interior. Se procedió a ordenar los bastidores en todas las cámaras antes de su utilización. Este proceso de inspección y adecuación inicial fue clave para asegurar que las colmenas cumplieran con los requerimientos necesarios para el desarrollo del proyecto.

8.2 Población de abejas adultas

El crecimiento poblacional de las colonias de abejas melíferas se relaciona con la disponibilidad de polen y néctar en el campo, en este sentido la entrada de néctar y polen a la colmena estimulan la postura de la reina y por lo tanto se incrementa la población de la colonia (Fewell y Winston, 1992). Por tanto, es importante contar con colonias fuertes, el promedio de bastidores cubiertos por abejas adultas fue de 5.6 bastidores con abejas adultas (**Figura 10**).

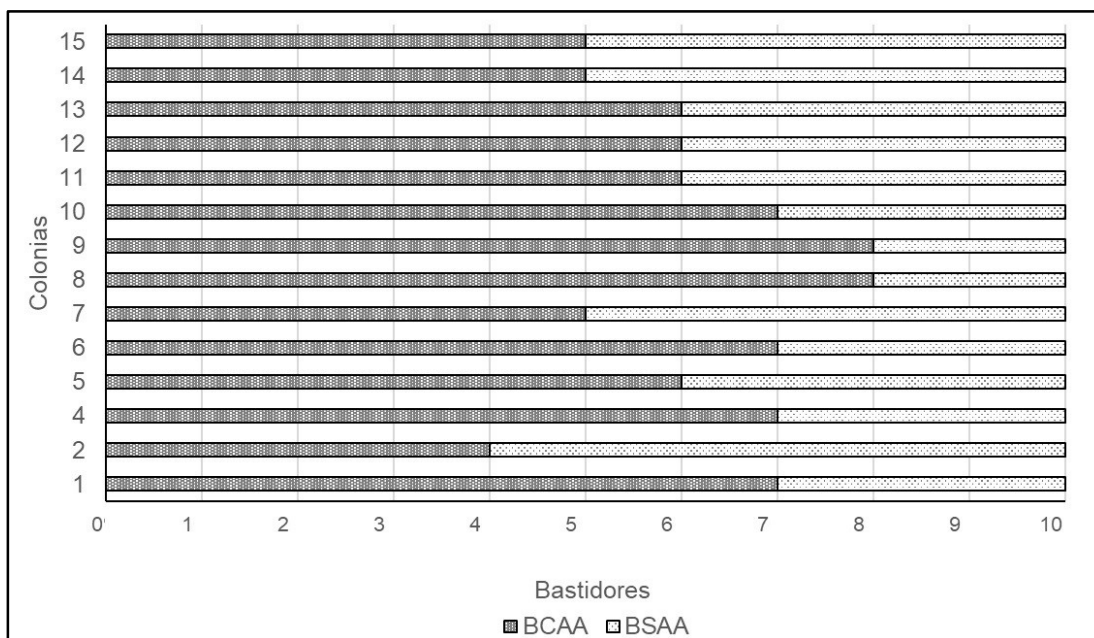


Figura 10.- Número de bastidores cubiertos por abejas adultas por cámara de cría recibida.

8.3 Condición de la cría y reservas

Las colonias recibidas tuvieron un promedio de 3.2 Bastidores con Cría Operculada (BCO), 3.6 Bastidores con Cría Abierta (BCA), 3.2 Bastidores con Reservas de Miel (BRM) y 0.5 Bastidores con Reserva de Polen (BRP; **Figura 11**).

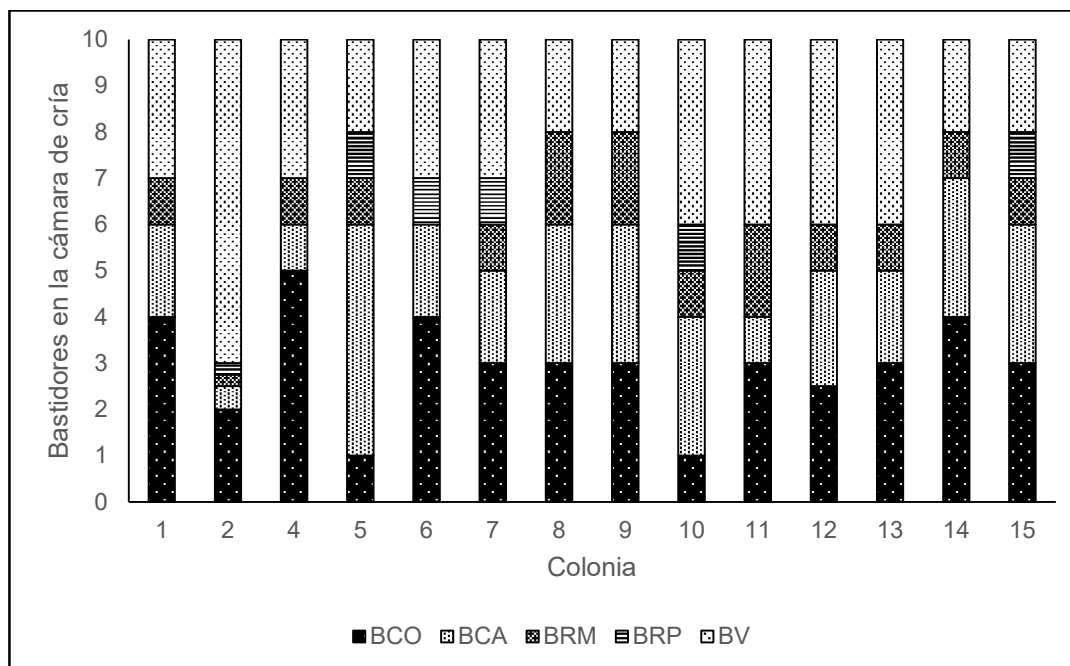


Figura 11.- Bastidores con cría y reservas.

8.4 Niveles de infestación en abejas adultas del ácaro *V. destructor*

Se observó un promedio en el nivel de infestación del ácaro *V. destructor* de 5.55 %, lo cual nos indica que existe un promedio de 5.55 ácaros por cada 100 abejas adultas. En este sentido, y tomando como referencia la NOM-001-ZOO-1994, según el Diario Oficial de la Federación (2005), la cual indica que es necesario aplicar un tratamiento para el control del ácaro *V. destructor* (**Figura 12**). Los tratamientos para el control de *V. destructor* son importantes para reducir los niveles de infestación previo a la cosecha de miel. Estudios realizados por Medina-Flores et al., 2011 reportaron que existe una correlación negativa y significativa entre el nivel de infestación por Varroa y la producción de miel ($n=32$; $r=-0.44$, $P=0.01$). El porcentaje promedio de infestación por colonia fue de 15.21 ± 8.44 , y el promedio de producción de miel por colonia fue de 36.26 ± 29.24 kg. Así mismo, existe una reducción de miel de hasta el 60%.

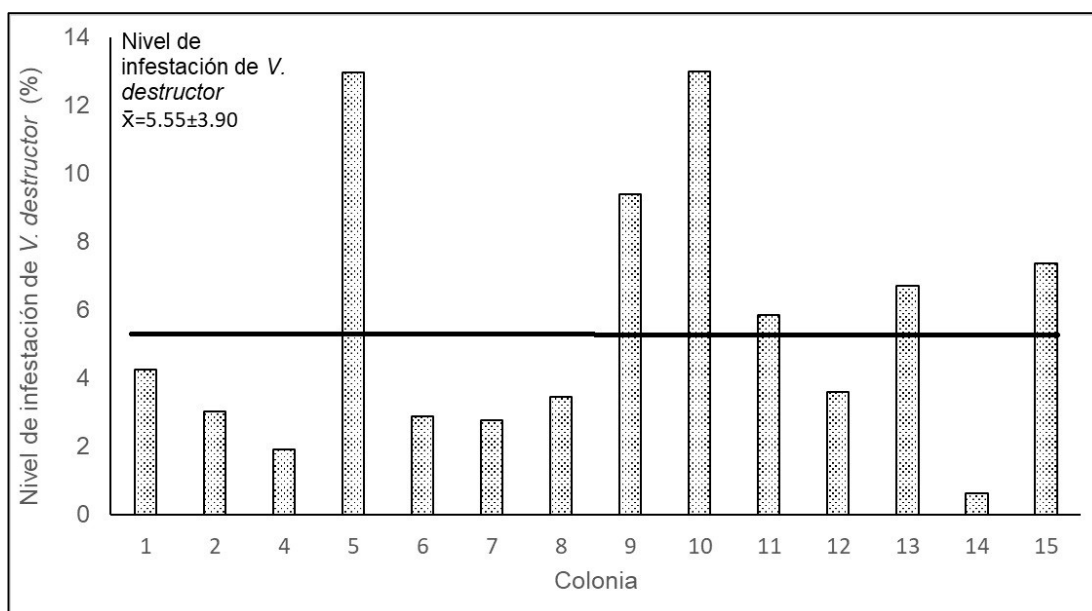


Figura 12.- Niveles de infestación en abejas adultas del ácaro *V. destructor*.

8.4.1 Relación entre los niveles de infestación del ácaro *V. destructor* y la presencia de cría abierta y cerrada

Se observó que existe una relación negativa entre los niveles de infestación del ácaro *V. destructor* y la presencia de cría operculada (BCO). El ciclo biológico de *V. destructor* se divide en fase forética y fase reproductiva, en la fase foretica, el ácaro se

encuentra sobre las abejas adultas, y en la fase reproductiva se encuentran en el interior de las celdas operculadas. Por tanto al haber celdas de cría operculada, existen menos ácaros en fase reproductiva.

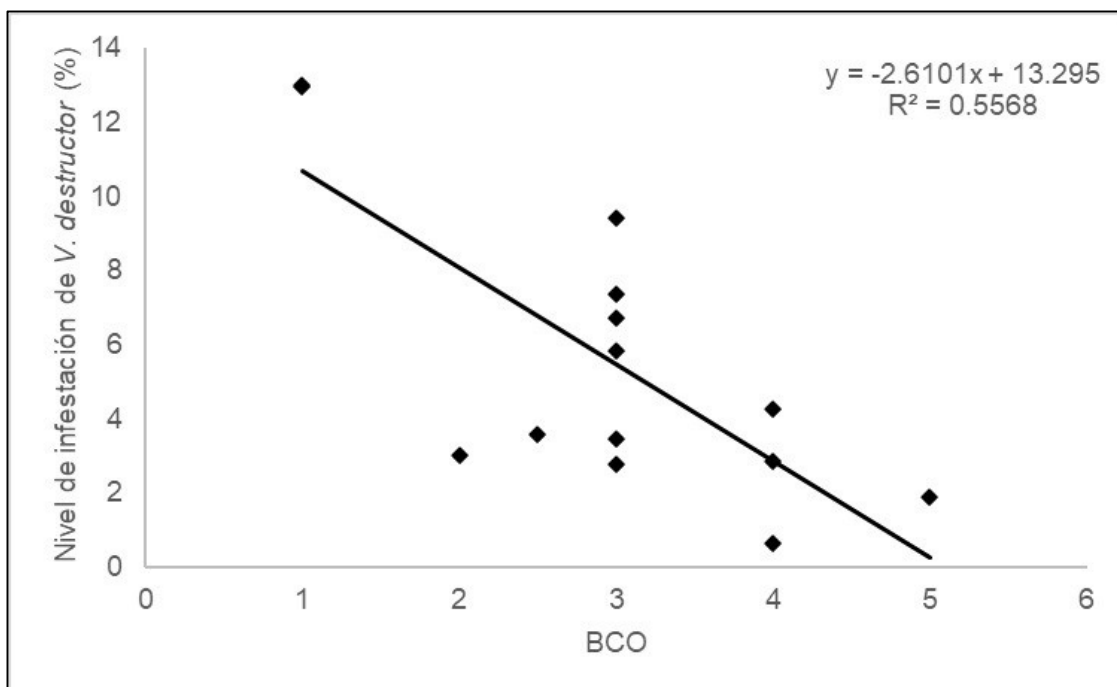


Figura 13.- Nivel de infestación de *V. destructor* en Bastidores de Cría Operculada.

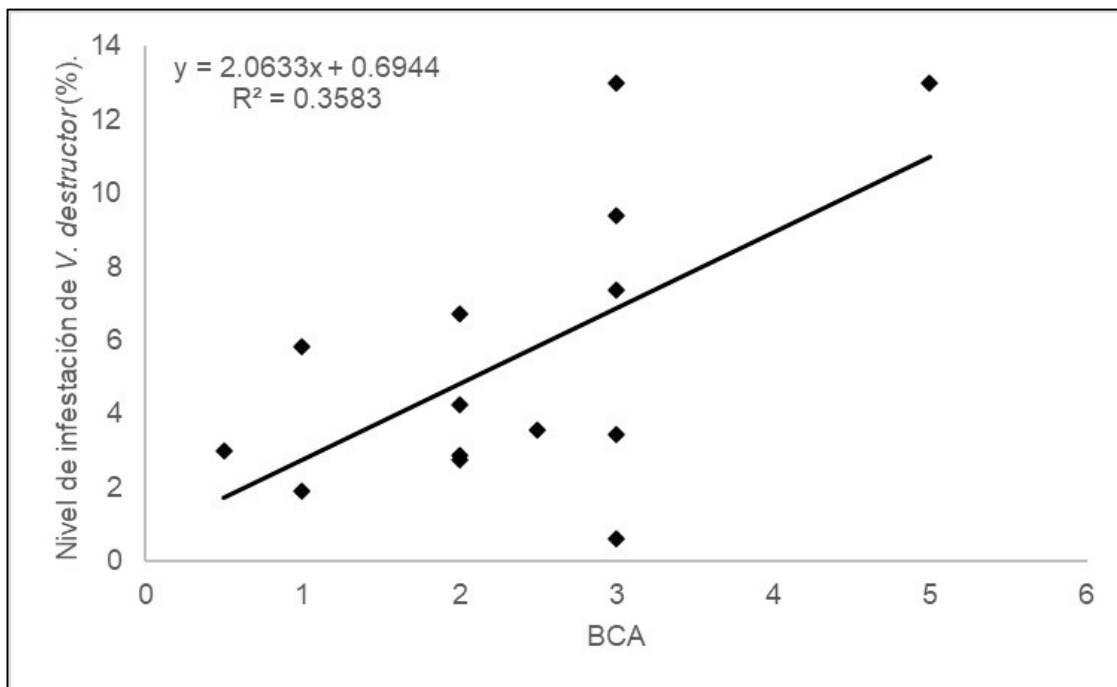


Figura 14.- Nivel de infestación de *V. destructor* en Bastidores de Cría Abierta.

8.4.2 Proceso de validación de la eficacia del ácido oxálico y el timol para el control del ácaro *V. destructor*

Se observó diferencias en la población de abejas adultas antes y después de la aplicación de los tratamientos para el control del ácaro *V. destructor*, obteniéndose diferencias significativas entre ambos grupos antes y después de los tratamientos ($t = 4.76$; $p = 0.001$; $gl = 26$). En este sentido, bajo condiciones naturales el crecimiento poblacional de las colonias de abejas se relaciona con la disponibilidad de polen y néctar en el campo, ya que la entrada de néctar y polen a la colmena estimulan la postura de la reina y por lo tanto se incrementa la población de la colonia (Fewell y Winston, 1992).

8.4.3 Nivel de infestación del ácaro *V. destructor*

Se observó un promedio del nivel de infestación de *V. destructor* de 5.55 ± 3.90 ácaros/100 abejas adultas antes de la aplicación de los tratamientos (**Figura 15**), por lo cual, el apiario cumple con las condiciones para validar los tratamientos, ya que la NOM-001-ZOO-1994 indica que se deben de aplicar tratamientos cuando el nivel de infestación de *V. destructor* es igual o mayor al 5 % (NOM-001-ZOO-1994 Campaña Nacional Contra la Varroasis de las Abejas). Posterior a la aplicación de los tratamientos (1.21 ± 1.97 ácaros/100 abejas adultas), se realizó una prueba t para muestras apareadas donde se observó una diferencia significativa entre el antes de la aplicación de tratamientos y posterior a este ($t = 3.95$; $p = 0.001$; $gl = 13$). La importancia de aplicar tratamientos en el control de *V. destructor*, radica en que se ha demostrado que colonias que no reciben ningún tipo de tratamiento para su control se reduce la producción de miel hasta en un 60% en comparación con colonias tratadas (Arechavaleta-Velasco *et al.* 2000). Además, Medina-Flores *et al.* (2011), observaron en la región del Altiplano en México que, al incrementarse el nivel de infestación de *V. destructor* la producción de miel se reduce de manera significativa. El promedio del nivel de infestación de *V. destructor* en este estudio es superior si se compara con Tabasco, donde se registró un promedio de 3.88 ± 3.33 ácaros por cada 100 abejas (Martínez-Puc *et al.* 2022). Al respecto, las variaciones en los niveles de infestación de *V. destructor* dependen de diversos factores, por ejemplo, estacionalidad climática y disponibilidad de larvas de en la colonia de abejas melíferas (Boot *et al.* 1992; Eguaras *et al.* 1994).

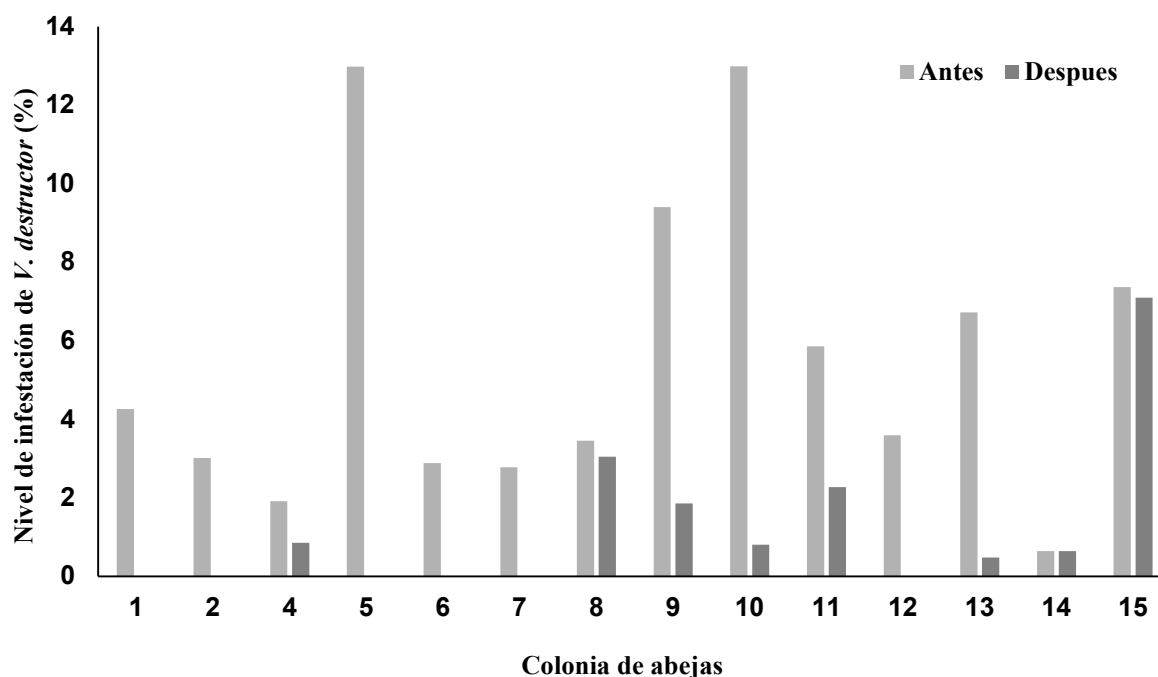


Figura 15.- Niveles de infestación de *V. destructor* antes y después de la aplicación de los tratamientos alternativos.

8.4.4 Cría y su relación con los niveles de infestación

Se observó una relación negativa entre el nivel de infestación de *V. destructor* y los panales con cría operculada ($R^2 = 0.557$; $r = 0.74$); $p = 0.001$; **Figura13**). Esto se debe a que *V. destructor* se reproduce en el interior de las celdas con cría, por lo cual, al haber una mayor disponibilidad de cría, las hembras del ácaro se introducen a las celdas de estas con la finalidad de reproducirse (Ritter 2001).

8.4.5 Eficacia de los productos alternativos (ácido oxálico y timol)

Se observaron diferencias entre las colonias que no recibieron tratamiento para el control de *V. destructor* (testigo; 3.32 ± 2.68 ácaros/100 abejas) y las colonias que recibieron tratamiento con timol (1.09 ± 0.65 ácaros/100 abejas) y ácido oxálico (0.47 ácaros/100 abejas) (**Figura 16**). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre la eficacia obtenida con el ácido oxálico (97.61 %) y el timol (98.34 %); por lo tanto, ambos

tratamientos alternativos evaluados representan una opción viable para el control del ácaro *V. destructor* en Campeche.

En México, *V. destructor* se reportó por primera vez en Veracruz en 1992 (Chihu *et al.*, 1992), en 1993 en Campeche, seguido de Yucatán en 1994 y Quintana Roo en 1995 (Cajero 1996). En Yucatán, estudios realizados durante 1996 reportaron una prevalencia de *V. destructor* de 67.8 % en colonias manejadas con un nivel de infestación de 4.3 ácaros/100 abejas adultas. A partir de ese momento se comenzaron a aplicar diversos productos para su control, los cuales son clasificados como tratamientos químicos y tratamientos alternativos. Entre los tratamientos químicos desarrollados se encuentran el fluvalinato (Apistan®), y la flumetrina (Bayvarol®). Sin embargo, algunos productos químicos son tóxicos para las abejas y el apicultor, así como también se corre el riesgo de contaminar la miel y la cera de la colonia tratada (De Jong 1997; Ritter 2001). Por otra parte, la constante aplicación de productos a base de piretroides para el control del ácaro ha ocasionado la aparición de poblaciones resistentes a este producto en diversas partes del mundo (Milani 1995). En México existen algunos reportes que indican un aumento en el índice de resistencia o una reducción en su porcentaje de eficacia a los piretroides en algunas regiones (Rodríguez-Dehaibes *et al.*, 2005; 2007; Martínez-Puc y Medina-Medina 2011).

Ambos tratamientos evaluados (timol y ácido oxálico), representan una opción para reducir el uso de los productos químicos, ya que, a pesar de los años de uso, no se ha demostrado la aparición de ácaros resistentes a estos productos. Los resultados obtenidos aquí son similares a los reportado por Airahuacho-Bautista *et al.* (2023), quienes, al evaluar el efecto de productos naturales alternativos para el control de *V. destructor* en un apiario ubicado en Sayán, en la región Lima, Perú, observó que el ácido oxálico es el más eficiente ($p < 0.05$) en el control de *V. destructor* en celdas operculadas y el timol fue mejor para controlarlo en fase forética ($p < 0.05$). Concluyendo que el ácido oxálico se muestra como la mejor alternativa natural para el control de *V. destructor* en la colmena.

8.5 Costos

El timol en cristales tiene un costo en el mercado de \$900.00 pesos por kg, empleando tres aplicaciones de 5 g por colonia (15 g en total), se podrá tratar un total de 66 colonias. Por otro lado, el ácido oxálico tiene un costo de \$140.00 pesos por kg, pudiendo tratar un total de 70 colonias aproximadamente. Por tanto, ambos productos, presentan una elevada eficacia en el control del ácaro (mortalidad superior al 90%), y son económicos en comparación a los tratamientos químicos.

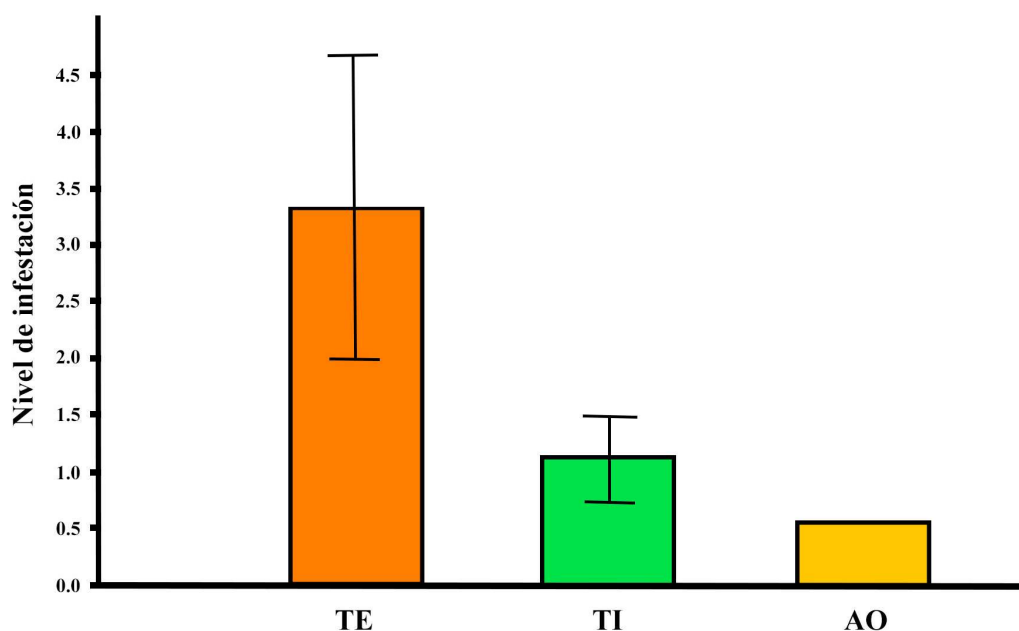


Figura 16.- Promedio del nivel de infestación del ácaro *V. destructor* después de la aplicación de los tratamientos. Tratamientos: TE = Testigo, TI = Timol, AO = Ácido oxálico.

8.6 Niveles de infestación de *A. woodi*

En el presente estudio no se observó la presencia del ácaro *A. woodi* en ninguna muestra analizada, lo cual es similar a lo reportado por Martínez-Puc y Medina-Medina, (2007) y Martínez *et al.*, (2011), quienes afirman que la frecuencia de *A. woodi* es nula en la Península de Yucatán. Esto es debido a que el ácaro *A. woodi*, presentaba una baja frecuencia en las colonias de abejas de origen europeo y que con el proceso de africanización y los métodos aplicados para el control del ácaro *V. destructor* causaron que la frecuencia del ácaro *A. woodi* sea aun más baja e incluso nula en esta región del país, ya que los productos

aplicados para el control del ácaro *V. destructor*, también tienen un efecto de control en el ácaro *A. woodi*.

Así mismo Fragoso-Sanchez *et al.*, (2007), reportó para el sureste mexicano que abarca la Península de Yucatán una nula presencia del ácaro *A. woodi*.

8.7 Niveles de infección de *Nosema* spp.

Se observó un promedio de xxx del nivel de infección del hongo *Nosema* spp. correspondiente según la clasificación de Jacobs como ligera, lo cual coincide con lo reportado por Martínez-Puc y Medina-Medina, (2007), en el estado de Yucatán. Por tanto, los niveles de infección no causan daño a la población de abejas adultas. Sin embargo, se observa una variación en los niveles de infección a lo largo de un ciclo anual. Esta información coincide con lo reportado con Flora *et al.*, 2017.

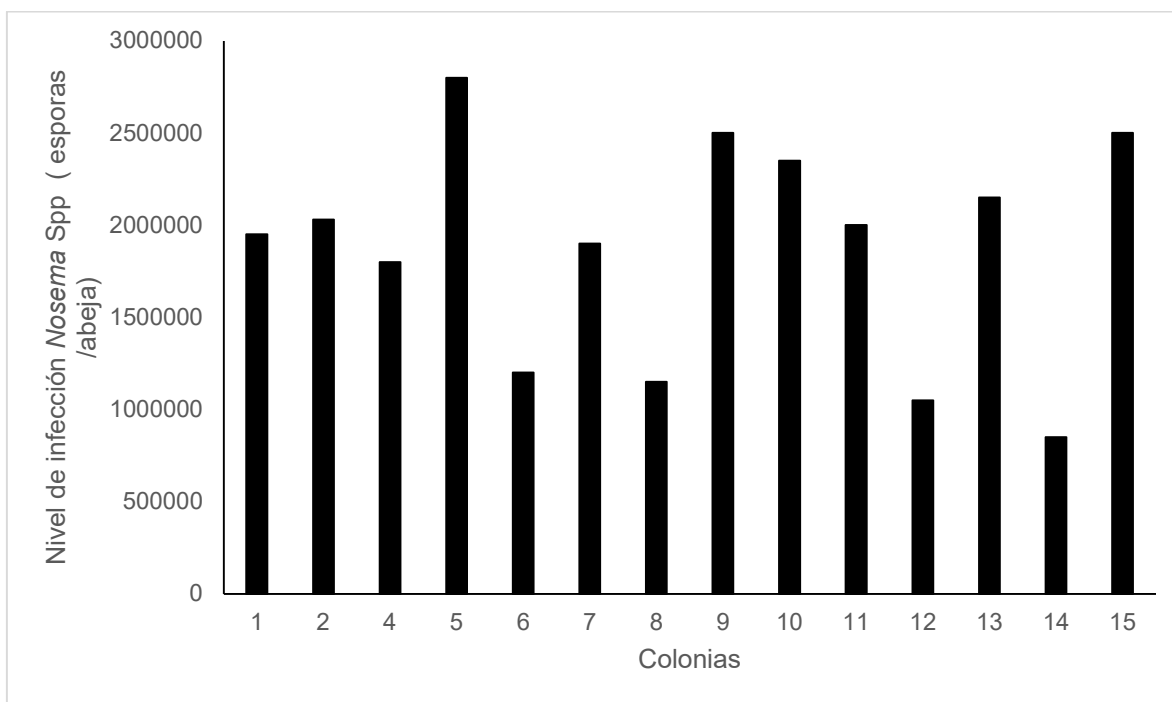


Figura 17.- Niveles de infección de *Nosema* spp.

8.8 Principales especies nectarpoliníferas identificadas

Durante el presente estudio, se identificaron las principales especies nectarpoliníferas circundantes al apiario, destacando: *Viguiera dentata*, *Metopium brownei*,

Bursera simaruba, *Lysiloma latisiliquum*, *Cedrela odorata*, *Jatropha gaumeri* y *Haematoxylum campechianum* (Tabla 9). Estas especies son consideradas de importancia nectarpolinífera por diversos autores (Cetzal-Ix *et al.*, 2019; CONABIO, 2009). Así mismo, Freitas *et al.*, (2009), consideran que antes de realizar la instalación de un apiario es importante identificar las principales especies nectarpoliníferas, ya que la producción de miel depende de la disponibilidad del néctar proporcionada por dichas especies.

Con la información recolectada, se deberá diseñar un calendario apibotánico que nos indicará los periodos de floración y las principales actividades que se deberán realizar en cada periodo (precosecha, cosecha y post-cosecha). Por tanto, se puede diseñar un calendario de actividades de acuerdo a la disponibilidad de recursos de importancia para las abejas, también es primordial reforestar con plantas de importancia apícola y de preferencia con plantas nativas, el área circundante al apiario. Esto, se debe a que la producción de miel presenta diversas oscilaciones a lo largo del año, ya que depende de los recursos nectarpoliníferos disponibles de la vegetación de la región (Narvaez, 2013). En este sentido, el ciclo apícola mantiene una estrecha relación con los periodos de seca, lluvias y nortes, los cuales intervienen en los periodos de floración de las especies que proveen recursos nectarpoliníferos a las abejas para la producción de miel (CONABIO, 2009., Cruz, 2017).

Tabla 9.- Especies de importancia apícola identificadas cerca del apiario.

	Nombre común	Nombre maya	Nombre científico
1	Tajonal	taj	<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.
2	Huaje/Guaje	uaxim	<i>Leucaena leucocephala</i>
3	Chechén	cheechem	<i>Metopium brownei</i> (Jacq.) Urb.
4	Palo mulato	chaká	<i>Bursera simaruba</i>
5	Palo de tinte	éek	<i>Haematoxylum campechianum</i>
6	Tzalam	tsalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i> (L.) Benth.
7	Dzidzilché	ts'iits'ilche'	<i>Gymnopodium floribundum</i>
8	Cedro	ku che'	<i>Cedrela odorata</i> L.
9	Jabín	Ja'abín	<i>Piscidia piscipula</i> (L.) Sarg.
10	Pamolché	pomol che'	<i>Jatropha gaumeri</i> Greenm.

11	Yaxnik	ya'axnik	<i>Vitex gaumeri</i> Greenm.
12	Huano	xa'an	<i>Sabal mexicana</i> Mart.
13	Dormilona	múuts'il xiiw	<i>Mimosa albida</i> Humb
14	Trompillón	tu' xikin	<i>Ipomoea crinicalyx</i> S. Moore
15	Moradilla	-	<i>Merremia umbellatas</i> L.
16	Majaua	jóol	<i>Hampea trilobata</i> Standl.
17	Motul	is aak'il	<i>Ipomoea triloba</i> L.
18	Kitanché	kitim che'	<i>Caesalpinia gaumeri</i> Greenm.
19	Catzin	box kaatsim	<i>Senegalia gaumeri</i> (S. F. Blake)
20	Campanilla	sak miis	<i>Jacquemontia pentantha</i>



Figura 18.- *Merremia umbellata* (L.)

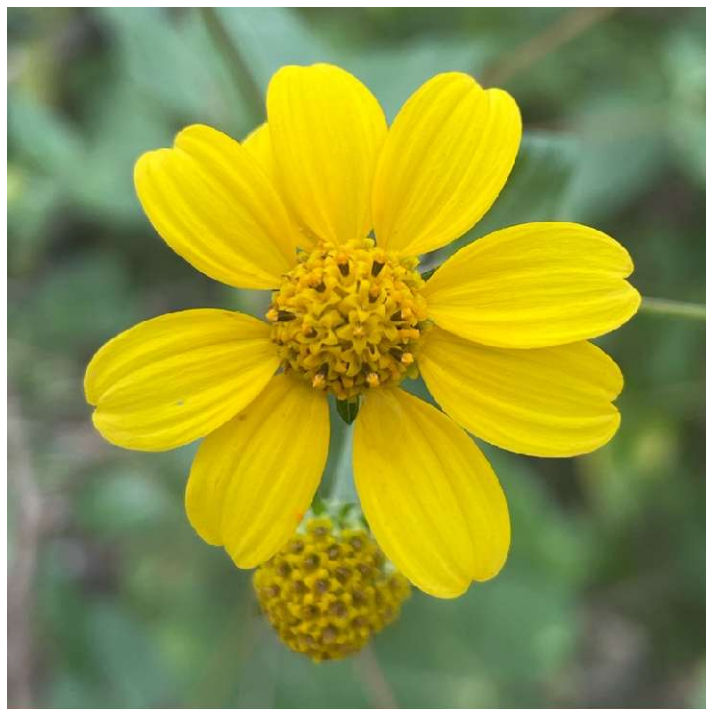


Figura 19.- *Viguiera dentata* (Cav.) Spreng.



Figura 20.- *Ipomoea crinicalyx* S. Moore

Tabla 10.- Calendario de actividades.

Actividad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Revisión de colonias	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Alimentación artificial							M	M.P.	M.P.	E	E	
Fusión de colonias								X	X	X		
Supresión de alzas							X	X	X	X		
Conservación de panales							X	X	X	X		
Control de enfermedades	B	B	B	B	B	B	Q	Q	Q	Q		
Colocación de alzas	X			X							X	
Colocación de cera estampada	X			X							X	
Cosecha de miel	X	X		X	X							X
División de colonias						X	X					
Cambio de reinas						V	V			F	F	
Trampeo de enjambres	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Limpieza de apiarios					X		X		X			X

M: mantenimiento, P: proteico, E: estimulante, Q: químico, B: biológico, F: fecundada y V: virgen.

CONCLUSIÓN

El análisis sanitario de las colonias permitió identificar un nivel promedio de infestación por *Varroa destructor* de 5.55 %, equivalente a la presencia de 5.55 ácaros por cada 100 abejas adultas. De acuerdo con la NOM-001-ZOO-1994 (Diario Oficial de la Federación, 2005), dicho nivel supera el umbral que exige la aplicación inmediata de medidas de control, justificando plenamente la implementación de tratamientos acaricidas en el apiario. Si bien no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre la eficacia del ácido oxálico y el timol, ambos tratamientos demostraron una mortalidad superior al 90 %. No obstante, el ácido oxálico se posiciona como la alternativa más accesible y costo-efectiva.

El análisis económico muestra que el timol en cristales presenta un costo aproximado de \$900.00 MXN por kilogramo. Considerando tres aplicaciones de 5 g por colonia (15 g en total), es posible tratar alrededor de 66 colonias por kilogramo. En contraste, el ácido oxálico posee un costo notablemente menor (\$140.00 MXN por kilogramo), permitiendo tratar aproximadamente 70 colonias. Esta diferencia evidencia que, aunque ambos productos son eficaces y significativamente más económicos que los tratamientos químicos convencionales, el ácido oxálico representa una opción más favorable para programas de manejo sanitario sostenibles, especialmente en apiarios con recursos limitados.

La relevancia de mantener niveles bajos de infestación se sustenta en estudios previos como el de Medina-Flores et al. (2011), quienes documentaron una correlación negativa significativa entre el nivel de infestación por *Varroa* y la producción de miel ($n = 32$; $r = -0.44$; $P = 0.01$). En dicho estudio, un promedio de infestación de 15.21 ± 8.44 % se asoció con una producción promedio de 36.26 ± 29.24 kg por colonia, y se reportaron reducciones de hasta el 60 % en la cosecha de miel. Estos datos refuerzan la importancia crítica de realizar tratamientos oportunos, especialmente previo a la etapa productiva, para evitar pérdidas económicas considerables.

Por otra parte, los niveles de infección registrados para *Nosema* spp., así como la baja presencia de *Acarapis woodi* y *Aethina tumida*, no representaron un riesgo sanitario relevante para la población adulta de abejas en las condiciones del estudio, lo que confirma que la principal amenaza para el rendimiento y la estabilidad del apiario continúa siendo *V. destructor*.

Finalmente, el establecimiento del apiario en un entorno con abundante vegetación nectaropolinífera favoreció el desarrollo y fortalecimiento de las colonias al asegurar la disponibilidad de recursos tróficos. En conjunto, los resultados obtenidos evidencian que la combinación de un monitoreo sanitario riguroso, el empleo de tratamientos de bajo costo y alta eficacia, y la selección adecuada del sitio de ubicación permite consolidar apiarios saludables, eficientes y sostenibles, capaces de mantener su productividad a lo largo del ciclo apícola.

BIBLIOGRAFÍA

- Airahuacho-Bautista, F., Jiménez-Torres, V., Rubina-Airahuacho, S., y 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. Epub 29 de junio de 2023. <https://doi.org/10.15381/rivep.v34i3.23741>
- AGRICULTURA. (2024). Guía para la apicultura orgánica, bajo la Ley de Productos Orgánicos. Gobierno de México – SENASICA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/917574/1. Guía para la Apicultura Orgánica bajo la LPO 2024.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/917574/1_Guía_para_la_Apicultura_Orgánica_bajo_la_LPO_2024.pdf)
- Alviz-Martín, V., Calleja-Bueno, L., Pereira-Martín, M., Ruiz-Abad, L., y Calahorra-Fernández, F. J. (2009). Visión actual de la apicultura en España. *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 3(2), 139. Disponible en <https://link.gale.com/apps/doc/A233827910/AONE?u=anon~7e8e585&sid=googleScholar&xid=a1af1340>
- Anderson, D. L., Trueman, J. W. H. (2000). *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Exp. App. Acarol.* 24, 165-189 p.
- Arechavaleta, V.M., Guzmán-Novoa, E. (2000). Producción de miel en colonias de abejas (*Apis mellifera* L.) tratadas y no tratadas con un acaricida contra *Varroa jacobsoni* Oudemans en el Valle de Bravo, Estado de México. *Vet Méx*; 31:381-384.
- Bailey, L. (1981). *Patología de las abejas*. Edit. Acribia. Zaragoza, España.;139 p.
- Boot, W.J., Calis, J.N.M. y Beetsma, J. (1992). Differential periods of Varroa mite invasion into worker and drone cells of honey bees. *Exp. Appl. Acarol.*, 16, 295–301.
- Cajero, S. (1996). Logros del programa nacional para el control de la abeja africanizada. *Seminario Americano de Apicultura*, Veracruz, México; 4-6
- Caron, D. M. (2010). *Manual Práctico de Apicultura*. Buenos Aires, Argentina. 32 p.
- Cetzal-Ix, W., Noguera-Savelli, E., Martínez-Puc, J.F. (2019) Flora melífera de la península de Yucatán, México: Estrategia para incrementar la producción de miel en los periodos de escasez de alimento de *Apis mellifera* L. Desde el Herbario CICY 11: 172–179.
- Chihú, A.D., Rojas, A.L., Rodríguez, D.S. (1992). Primer reporte en México del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis de la abeja melífera *Apis*

- mellifera* L. En: Memorias del VI Seminario Americano de Apicultura. Oaxtepec, Morelos, México; 9-11 pp.
- CONABIO. (2009). Mielles peninsulares y diversidad. Comisión Nacional para el conocimiento y el Uso de la Biodiversidad-Corredor Biológico Mesoamericano México. 3ª edición, México.
- Cornejo, L. y Rossi, C. (1974). Enfermedades de las abejas. Su profilaxis y prevención. Ed. Ciencia y Abejas. Io Ed. General Belgrano. Buenos Aires. Argentina. 258 pp.
- Coronado-Hurtado, T. (2016). Diagnóstico médico. Revista biociencias. Universidad Libre Seccional, Barranquilla. 11 (1): 69-73.
- Cruz, R. (2017). Producción de miel convencional y orgánica en la Península de Yucatán. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur, Chetumal.
- De Araujo-Freitas, J.C., González-Acereto, J.A., Marrufo-Olivares, J. (2010). Apicultura práctica en la península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán
- Delfinado-Baker, M., Baker, E. W. (1982). Notes on honey bee mites of the *genus Acarapis* hirst (*Acari: Tarsonemidae*). *International Journal of Acarology*; 8:211-226.
- Delfinado-Baker, M. (1984). The nymphal stages and male of *Varroa jacobsoni* oudemans a parasite of honey bees. *International Journal of Acarology*, 10(2), 75–80. <https://doi.org/10.1080/01647958408683356>
- Delfinado-Baker, M., W. Rath, O. Boecking. (1992). Phoretic bee mites and honeybee grooming behavior. *International Journal of Acarology* 12: 315-322.
- De Jong D., Morse R.A., Eickwort G.C. (1982) Mite pests of honey bees. *Annu Rev Entomol* 27, 229-252.
- De Jong, D., Gonçalves, L. S., Morse, R. A. (1984). Dependence on climate of the virulence of *Varroa destructor Jacobsoni*. *Bee World*, 65(3), 117–121. <https://doi.org/10.1080/0005772X.1984.11098789>
- De Jong D. (1997). Mites: Varroa and other parasites of brood. In *Honey Bees Pest, Predator and Diseases*, 2a Ed. A. Morse and R. Nowogrodzki. Ithaca, N.Y; 200-218
- De la Rúa, P., Paxton, R.J., Moritz, R.F.A., Roberts, S., Allen, D.J., Pinto, M.A., Cauia, E., Fontana, P., Kryger, P., Bouga, M., Buechler, R., Costa, C., Crailsheim, K., Meixner, M., Siceanu, A., Kemp, J.R. (2014). *Apis mellifera* (Europe assessment). The IUCN Red List of Threatened Species.

- Diario Oficial de la Federación. (2005). Proyceto de Modificación a la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-ZOO, 1994, Campaña Nacional contra la Varroasis de las Abejas, México, D.F. Dof, 21 de febrero.
- Eguaras, M., Marcangeli, J., & Fernandez, N. (1994). Influence of the parasitic intensity on *Varroa jacobsoni* Oud. Reproduction. *Journal of Apicultural Research*, 33, 155–159. <https://doi.org/10.1080/00218839.1994.11100863>
- Espina-Pérez D., Ordetx G.S. (1983). *Apicultura Tropical*. Editorial Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica. 488 p.
- Fewell, J.H., y Winston, M.L. (199) Individual foraging effort as a function of colony population in the honey bee, *Apis mellifera* L. *Anim Behav* 42:153–155
- Flores, S., Espejel, I.(1994). *Sostenibilidad Maya. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán*. UADY. México. 137 p.
- Fragoso-Sanchez, H; Martínez-Ibañez, F. Olvera, F., Osorio-Medina, J., De Labra-Vaca, G., Neri-Orantes, S., Parrodi-Lopez, F. (2007). Prevalencia de *Varroa destructor*, *Acarapis woodi* y *Nosema apis* en criaderos de abejas reina muestreados en diferentes regiones de la República Mexicana durante el periodo 2004-2007. En *Memorias del 14 Congreso Internacional de Actualización Apícola* realizado del 16 al 18 de mayo. 122-125.
- Freitas, B.M., Imperatriz-Fonseca, V.L., Medina, M.L., Kleinert, M.P., Galetto, L. y Quezada-Euán, J.J. (2009). Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics. *Apidologie* 40: 332- 346.
- Fries, I., Aarhus, A., Hansen, H., y Korpela, S. (1988). Comparison of diagnostic methods for detection of low infestation levels of *Varroa jacobsoni* in honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Exp. Appl. Acarol.*, 10: 279-287.
- Fries, I. (1993). *Nosema apis*, a parasite in the honey bee colony. *Bee World*; 74(1):5-19.
- Fries, I. (1997). Protozoa In: R. Morse; K. Flottum. *Honey Bee Pests, Predators, & Diseases*. Third Edition; 57-76.
- Fries, I., Marie-Pierre, C., Yan-Ping, C., Doublet, V., Genersch, E., Gisder, S., Higes, M., McMahon, P.D., Martín-Hernández, R., Natsopoulou, M, Paxton, J.R., Tanner, G., Webster, C.T., Williams, G.R. (2013). Standart methods for *Nosema research*. *Journal of Apicultural Research*. 53(1):1-28. doi 10.3896/IBRA.1.52.1.14

- Hinojosa, A. y González, D. (2004). Prevalencia de parásitos en *Apis mellifera* L. en colmenares del secano costero e interior de la VI Región, Chile. *Parasitol Latinoam*; 59: 137-141
- INIFAP. (2014). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional Centro campus Experimental, Tecomán, Colima, México. Manual para la Producción de semillas de arroz.
- Guzman-Novoa, E., Emsen, B., Unger, P., Espinosa-Montaña, L. G., & Petukhova, T. (2012). Genotypic variability and relationships between mite infestation levels, mite damage, grooming intensity, and removal of *Varroa destructor* mites in selected strains of worker honey bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Invertebrate Pathology*, 110(3), 314–320. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2012.03.020>.
- Kenet, J.R. (1987). *Epidemiología Moderna*. Madrid España. Ed. Diaz Santos.
- Martinez, S. J., & Medina, L. M. (2021). Africanized honeybees have unique tolerance to *Varroa destructor* mites. *Trends in Parasitology*, 20(3), 109–112. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2003.12.005>.
- Martínez-Pérez de Ayala, L.R., Martínez-Puc, J.F., Cetzal-Ix, W.R. (2017). Apicultura: manejo, nutrición, sanidad y flora apícola. México. Pág. 113. Disponible en https://www.academia.edu/35836633/Apicultura_Manejo_Nutrición_Sanidad_y_Flora_apicola?auto=download.
- Martínez-Puc, J.F., Gómez-Leyva, J.F., González-Cortés, N., Catzím-Rojas, F.J., Sánchez-Melo, Y. 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). México, ME:303-15. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i2.3033>.
- Martínez-Puc, J.F.; Medina-Medina, L.A. (2007). Prevalencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas. En *Memorias del 14 Congreso Internacional de Actualización Apícola* realizado del 16 al 18 de mayo. 122-125.
- Martínez-Puc, J.F., Medina-Medina, Luis A., Catzín-Ventura, G.A. (2011). Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres silvestres de abejas (*Apis mellifera*) en Mérida, Yucatán, México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(1), 25-38.
- Medina-Flores, C.A., Guzmán-Novoa, E., Aréchiga-Flores, C.F., Aguilera-Soto, J.I., Gutiérrez-Piña, F.J. (2011). Efecto del nivel de infestación de *Varroa destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis mellifera* en el altiplano semiárido de México. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 2(3), 313-317.

- Michener, C.D. (1974). The Social Behavior of the Bees. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts. 404 p.
- Milani, N. (1995). The resistance of *Varroa jacobsoni* Oud to pyrethroids; a laboratory assay. *Apidologie* 26, 415-424.
- Muñoz, J.P. (2021). Manual para Producción Ápícola. Apicultura Básica. Tepacari, Bolivia. Pág. 5. Disponible en https://fonadin.gob.bo/archivos/manuales/manual_apicola_tapacari.pdf
- Moretto, G. (2001). Reproduction of the mite *Varroa destructor jacobsoni* Oud. In africanized and italian bees (*Apis mellifera*) during different seasonal periods. *Apiacta*, 2.
- Morse, R.A., Flottum, K. (1997). Honey Bee Pests, Predators and Diseases. Northern Bee Books; 3rd ed. Pp 732.
- Narváez, P. (2013). Detección de polen convencional y genéticamente modificado de soya, *Glycine max* L., en la miel de abeja, *Apis mellifera*, de los estados de Campeche y Yucatán. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Nixon, M. (1982) Preliminary world maps of honey bee diseases and parasites. *Bee World*; 63, 23-42
- OIRSA-BID. (1990). Enfermedades y plagas de la abeja melífera occidental. Salvador. 147 p.
- Orantes, F. y Garcia, P. (1997). Nosema disease in the honey bee (*Apis mellifera* L.) infested with varroa mites in southern Spain. *Apidologie*; 28, 105-112.
- Orantes, F. y González, A. (1998). La nosemosis en el sur de España. *Vida Apícola*; 91: 48-53
- Ordetx, G., Espina, D. (1966). La apicultura en los trópicos. Bartolomé Trucco, Editor. México, D.F.; 412 p.
- Pardo-Cobas, E. (2006). Compendio de Epidemiología. Universidad Nacional Agraria. Facultad de Ciencia Animal Departamento de Veterinaria.

- Pettis, J.S., Wilson, W.T., Shimanuki, H., Teel, P.D. (1991) Fluvalinate treatment of queen and worker honey bees (*Apis mellifera* L.) and effects on subsequent mortality, queen acceptance and supersedure, *Apidologie* 22, 1–7.
- Philippe, J.M. (2008). Guía del apicultor. Barcelona. Pág. 34. Disponible en <https://archive.org/details/230484047JeanMariePhilippeGuiaDelApicultor/page/n375/mode/2up>.
- Real Academia Española (s/f). Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.7 en línea]. <https://dle.rae.es>
- Ritter, W. (1981). Varroa disease of the honey bee *Apis mellifera* l. *Bee World*. 62 (4): pp 141-153.
- Ritter, W. (2001). Enfermedades de las abejas. Edit. Acribia. Zaragoza, España; 146 p.
- Rodríguez-Dehaibes, S. R., Otero-Colina, G., Pardio-Sedas, V. y Villanueva-Jiménez, J.A. (2005). Resistance to amitraz and flumethrin in Varroa destructor populations from Veracruz, Mexico. *Apic. Res.* 44(3): 124–125.
- Rodríguez-Dehaibes, S., Otero-Colina, G., Villanueva, J., Martínez, P., Chavéz, C., Lagunas, R. (2007). Resistencia de Varroa destructor a los plaguicidas usados para su control en las regiones Golfo y Centro-altiplano, México. Congreso Internacional de Actualización Apícola. Veracruz, México; 40-44.
- Rosenkranz, P., Aumeier, P., Ziegelmann, B. (2010). Biology and control of *Varroa destructor*. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103 (SUPPL. 1), S96–S119.
- SAGARPA. (s/f). Manual Básico de Apícola. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. 9-11 p.
- SAGARPA. (2018). Buenas prácticas pecuarias en la producción primaria de miel. México. Pág. 77.
- Saldaña-Loza, L.M. (2014). Nuevos manejos en la apicultura para control del pequeño escarabajo de la colmena – *Aethina tumida* Murray. SAGARPA. México. 37 p.
- Sammataro, D., A. Avitabile. (1998). The Beekeeper's Handbook, 3rd edition. Ithaca, New York, USA: Comstock Publishing Associates.
- Silva Hernández, J. R. (2015). *MANUAL DE PRÁCTICAS DE APICULTURA I* (By ACADEMIA: PRODUCCIÓN ANIMAL & UNIVERSIDAD VERACRUZANA). <https://www.uv.mx/pozarica/cba/files/2017/09/4-Manual-de-practic-as-de-apicultura-I.pdf>
- Triola, M. F. (2009). Estadística (10th ed.). Pearson.

USDA. (s/f). (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). Nutrition.gov. (n.d.). <https://www.nutrition.gov/es/sources/usda-departamento-de-agricultura-de-los-estados-unidos>

Wilson, W. y Nunamaker, R. (1983) The incidence of *Nosema apis* Z. in honey bees in Mexico. *Bee World*; 64(3):132-136.

Wilson, W.T., Pettis, J.S., Henderson, C.E., y Morse, R.A. (1997). Tracheal mites. In: *Honey Bee Pests, Predators and Diseases*, Third Edition. Medina, Ohio, USA, AI Root Publishing, pp. 255–277.

Winston, M., J. Dropkin, O. Taylor. (1981). Demography and life history characteristics of two honey bee races (*Apis mellifera*). *Oecologia*, 48: 407-413.