

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto de nosodes homeopáticos en el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas
(*Apis mellifera* L.)

Por:

Natalia Álvarez Rivas

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de nosodes homeopáticos en el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas
(*Apis mellifera* L.)

Por:

Natalia Álvarez Rivas

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial
para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:


Dr. José Luis Reyes Carrillo
Presidente


M.D. Juan Manuel Nava Santos
Vocal


M.C. Francisca Sánchez Bernal
Vocal


M.V.Z. Cesar Octavio Cruz Marmolejo
Vocal Suplente


Dr. J. Isabel Márquez Mendoza
Coordinador de la División Regional de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Diciembre 2023

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto de nosodes homeopáticos en el control del ácaro *Varroa destructor* en
abejas (*Apis mellifera* L.)

Por:


Natalia Álvarez Rivas

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dr. José Luis Reyes Carrillo
Asesor Principal



M.D. Juan Manuel Nava Santos
Coasesor



M.C. Francisca Sánchez Bernal
Coasesor



MVZ Cesar Octavio Cruz Marmolejo
Coasesor



Dr. J. Isabel Marquez Mendoza
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Diciembre 2023

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater por recibirme, brindarme un espacio durante cuatro años y por darme las mejores experiencias durante mi estancia universitaria, es un orgullo haber sido parte de esta institución.

A mi asesor, el Dr. José Luis Reyes Carrillo por aceptarme y confiar en mi para la realización de este proyecto de investigación. Gracias por el tiempo y la paciencia.

Al M.V.Z Octavio Cruz Marmolejo por apoyarme durante el experimento compartiendo sus conocimientos y orientándome en las dudas que me surgían.

A mis profesores de la Universidad, que a lo largo de estos años fueron parte importante de mi formación académica y me transmitieron el amor por la bella carrera de Horticultura.

A mi hermana Estefanía, quien ha estado muy pendiente y me ha apoyado emocional y económicamente. Gracias por ser un ejemplo a seguir.

A mi compañero y amigo Fernando Pegueros por ayudarme en la realización de este proyecto. Gracias por el tiempo y la empatía brindados.

DEDICATORIA

A Dios por mantenerme con salud y darme fortaleza, sabiduría y resiliencia en los momentos que lo he necesitado. A mis padres Juan Antonio Álvarez Barrios y Belén Rivas Rodríguez por ser las personas más especiales que hay en mi vida, por el esfuerzo que han realizado para que todos sus hijos pudiéramos tener una carrera universitaria, por los valores inculcados, y por qué hicieron lo mejor que pudieron para que hoy sea lo que soy.

A mi abuela Hilaria Barrios Domínguez, que fue la persona más noble del mundo y que, aunque ya no se encuentra físicamente la llevo en mi mente siempre y me recuerda lo fuerte y valiente que puedo llegar a ser como ella.

A mis hermanos y hermanas, Estefanía, Belén, Rolando y Luis Antonio que son una pieza fundamental en mi vida y cada uno me ha enseñado algo a lo largo de mi vida.

A mi amigo Salvador Pulido Casados, quien me ha brindado una sincera, persistente y duradera amistad pese a la distancia.

A mis compañeros Jaime, Goretti, Alondra, Sebastián y William que hicieron muy amena mi estancia en la universidad.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA.....	ii
LISTA DE CUADROS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMEN.....	vii
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. La apicultura en México.....	4
2.2. Clasificación taxonómica de <i>Apis mellifera</i>	5
2.3. Ciclo de vida de <i>A. mellifera</i>	5
2.4. Organización de colonia de <i>A. mellifera</i>	6
2.4.1. Reina	6
2.4.2. Obreras	6
2.4.3. Zánganos	7
2.5. Enfermedades de las abejas	7
2.5.1. Loque americana	8
2.5.2. Loque europea	9
2.5.3. Nosemosis.....	9
2.5.4. <i>Acarapis woodi</i>	10
2.5.5. <i>Ascospaera apis</i>	10
2.5.6. <i>Varroa destructor</i>	11
2.6. Antecedentes históricos de <i>V. destructor</i>	11

2.7. Clasificación taxonómica de <i>V. destructor</i>	12
2.8. Morfología	12
2.9. Biología y hábitos de <i>V. destructor</i>	13
2.10. Daños de <i>V. destructor</i>	15
2.11. Transmisión de virus	17
2.12. Manejo Integrado de <i>V. destructor</i>	17
2.12.1. Control químico	17
2.12.2. Control cultural	18
2.12.3. Control biológico	18
2.12.4. Control alternativo	19
2.12.5. Homeopatía	20
2.12.5.1. Nosodes homeopáticos.....	22
III.- MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Localización del experimento	23
3.2. Clima y vegetación.....	23
3.3. Material biológico.....	23
3.4. Laboratorio de análisis	24
3.5. Material y equipo de laboratorio	24
3.6. Elaboración de Nosodes homeopáticos	24
3.7. Aplicación de tratamientos.....	26
3.8. Diseño experimental	27
3.9. Análisis estadístico	28
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Conteo de ácaros diariamente	29

V.- CONCLUSIONES32
VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....33

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Descripción de tratamientos28
Cuadro 2. Comparación de Medias por el método Tukey30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ácaro Varroa hembra	13
Figura 2. Ácaro Varroa macho.....	13
Figura 3. Ciclo reproductivo de <i>Varroa destructor</i>	15
Figura 4. Mezcla triturada	25
Figura 5. Nosode elaborado	26
Figura 6. Conteo de ácaros Varroa	27
Figura 7. Aplicación de manteca Inca.....	27
Figura 8. Promedio de ácaros caídos por día.....	29

RESUMEN

La disminución en las colmenas de abejas a nivel regional y nacional está relacionada con el aumento en la frecuencia e intensidad de enfermedades crónicas y estresores ambientales, en especial se ve gravemente afectada por la presencia del ácaro *Varroa destructor*. El impacto de los ácaros en la salud de las abejas melíferas es particularmente severo porque la varroa también puede actuar como vector de varios virus. El aumento de la población de ácaros varroa conduce a la varroasis en la colonia, que finalmente lleva a la pérdida de la colonia. Se ha observado que en las colonias infestadas por varroa se produce menos miel, además de que este parásito ha generado resistencia a los acaricidas sintéticos; los cuales contaminan los productos apícolas, lo que genera grandes pérdidas para el apicultor. El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el apiario de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna en Torreón Coahuila durante los meses de marzo, abril, mayo y junio de 2021. El objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia de la aplicación de nosodes homeopáticos en el control del ácaro *Varroa destructor*. Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos utilizando 6 colmenas como repeticiones, donde la variable de medición fueron los ácaros caídos diariamente. Los tratamientos evaluados fueron: T1: Nosode a base de abeja + Varroa a la 6C, T2: Nosode a base de abeja infectada a la 6C y T3 (testigo): Agua destilada. Se aplicaron cada 6 días durante 24 días tomando en cuenta el ciclo de desarrollo del zángano. Se hizo un conteo diariamente de los ácaros caídos después de la aplicación y así poder determinar la eficacia del nosode. Los datos fueron procesados estadísticamente mediante el análisis de varianza y prueba de Tukey^{.05}. En los resultados no se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

Palabras clave: Parásito, Varroasis, Virus, Abejas, Nosodes

I.- INTRODUCCIÓN

La abeja de miel (*Apis mellifera* L.) es vital para la polinización y los servicios ecológicos, impulsando la productividad de los cultivos en términos de calidad y cantidad y la producción de productos de la colonia: cera, jalea real, veneno de abeja, miel, polen y propóleo (Ullah et al., 2020). Los apicultores también producen reinas, núcleos, abejas empaquetadas y utilizan abejas para la prestación de servicios de polinización (Sperandio et al., 2019). La polinización es necesaria para aproximadamente el 35 % de la producción mundial de alimentos, y las abejas melíferas son los únicos polinizadores gestionados con éxito a gran escala (Amiri et al., 2017).

Las poblaciones de abejas melíferas están disminuyendo en muchos países del mundo. Este fenómeno tiene impactos tanto ecológicos como económicos (Eliash y Mikheyev, 2020).

Desde 2007 las tasas de fracaso de las colonias de abejas melíferas durante el invierno han promediado alrededor del 30 % en gran parte de América del Norte. Se han informado casos de pérdida de colonias extremadamente rápida, que se ha denominado trastorno del colapso de colonias (CCD). Ambos fenómenos son el resultado de un aumento en la frecuencia e intensidad de enfermedades crónicas y estresores ambientales (Barron, 2015).

El ácaro *Varroa destructor* (Anderson y Trueman), es la plaga global más devastadora de las abejas melíferas adultas e inmaduras de *A. mellifera*. Si las poblaciones de ácaros se desarrollan sin ser detectadas, las colonias de abejas melíferas infestadas y no tratadas generalmente colapsan en un año (Gregorc y Sampson, 2019). El impacto de los ácaros varroa en la salud de las abejas melíferas es particularmente severo porque también puede actuar como vector de varios virus. El acto de alimentarse de abejas por varroa inyecta directamente una gran cantidad de partículas virales en el huésped, seleccionando ciertas cepas de virus más virulentas y causando patologías virales, como inmunosupresión, pérdida de peso, disminución de la capacidad de vuelo y reducción de

la esperanza de vida. El aumento de la población de ácaros varroa conduce a la varroasis en la colonia, que finalmente conduce a la pérdida de la colonia (Amiri et al., 2017).

El primer informe de varroa fue sobre *Apis cerana* en Java en 1904 por Oudemans. *V. destructor* cambió de hospedador al menos dos veces a *A. mellifera*, probablemente alrededor de la década de 1950. Antes del año 2000 *V. destructor* se identificaba como *Varroa jacobsoni* hasta que Anderson y Trueman informaron diferencias entre especies (Traynor et al., 2020).

A raíz de su propagación mundial durante la década de 1950-1990, este parásito ha afectado gravemente el manejo y la rentabilidad de la apicultura (Mondet et al., 2020).

Los factores estresantes conocidos de las abejas no son nuevos, y muchas poblaciones han estado en declive constante durante décadas, pero los declives acelerados sugieren que ahora estamos llegando al punto en el que el estrés acumulativo en las colonias excede su capacidad de tolerancia (Kleinet al., 2017).

No hay duda de que la infestación por *Varroa* representa la amenaza más grave para las colonias de abejas melíferas occidentales y esto está relacionado con la capacidad del sitio para transmitir infecciones por virus o para exacerbar infecciones preexistentes (McMenamin y Genersch, 2015).

En México la polinización es muy importante para cultivos como manzana, berenjena, pepino, melón, sandía, fresa, chile, entre otros.

En el 2016, la Federación Mexicana de Apicultores reportó una caída en la producción de miel en 17 estados, que coincide con una reducción en el número de colmenas de abejas melíferas en distintos estados del país (Sosenski y Domínguez, 2018) lo que representa grandes pérdidas económicas para el apicultor.

Se ha observado que las colonias infestadas por *Varroa* produjeron 45 % menos miel que colonias no infestadas, lo que confirma el efecto negativo de esta parasitosis sobre la producción de miel en diferentes localidades y sobre diferentes genotipos de abejas (Maldonado et al., 2017).

El uso de acaricidas sintéticos tiene limitaciones importantes, como la resistencia desarrollada por el ácaro y el inconveniente de acumularse como residuo en los productos apícolas. Los desarrollos futuros, tanto en investigación fundamental como aplicada, son necesarios para generar soluciones de control sostenibles para este parásito mortal (Nöel et al., 2020).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia que tienen los nosodes homeopáticos en el control del ácaro *Varroa destructor* en abejas melíferas.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La apicultura en México

En nuestro país, la apicultura es una de las actividades de mayor relevancia por el impacto que tiene en el desarrollo sostenible. Las abejas meliponas son la especie nativa de México, éstas son de vital importancia debido a su función como polinizadoras de plantas de interés como el café, el chile, variedades de granos, semillas y frutos. Asimismo, la producción de miel es muy importante, existen más de 43 mil apicultores a nivel nacional, quienes en los últimos 10 años su trabajo ha colocado a México como el quinto lugar como exportador de miel y el noveno lugar como productor de miel (SADER, 2020).

México se divide en cinco regiones apícolas: Norte, Meseta, Costa del Pacífico, Golfo y Península de Yucatán. Estas zonas se clasifican en función de su clima y vegetación. Las regiones de la península de Yucatán, la meseta y la costa del Pacífico son los principales contribuyentes a la producción de miel. Estas regiones producen el 36 %, 25 % y 22 % de la producción nacional de miel, respectivamente, equivalentes al 32 %, 27 % y 24 % del valor económico de la producción. Las regiones Norte y Golfo producen el 9 % y el 8 % de la producción nacional de miel, lo que representa el 9 % y el 8 % del valor económico total, respectivamente (Arechavaleta et al 2022).

Todos los productos y subproductos resultantes de la actividad apícola generan ingresos directos, y son una fuente muy importante de trabajo para todas las personas involucradas en la cadena de trabajo, además, México es reconocido en el ámbito internacional por su producción de miel de excelente calidad y sus propicias condiciones climáticas que sustentan su potencial apícola (Soto et al 2017).

2.2. Clasificación taxonómica de *Apis mellifera*

Reino: Animalia

Filo: Arthropoda

Clase: Insecta

Orden: Hymenoptera

Familia: Apidae

Subfamilia: Apinae

Género: *Apis*

Especie: *mellifera* Linnaeus, 1758

(Agrosavia, 2022)

2.3. Ciclo de vida de *A. mellifera*

La abeja (*Apis mellifera*) pertenece a los insectos himenópteros que viven en grupos sociales con una función fija de individuos (Trhlin y Rajchard, 2011).

El ciclo de vida de las abejas de la miel es holometábolo. Es decir, individuos que se pasan por cuatro etapas de desarrollo diferentes: huevo, larva, pupa, imago o adulto.

Huevos: La reina *Apis mellifera* pone un solo huevo en cada celda o alvéolo de cera destinado a la cría. Los huevos son pequeños, blancos, y con forma oval y sin segmentos. Las larvas emergen o eclosionan de los huevos después de tres días de vida.

Larva: Recién eclosionadas del huevo, las larvas se rizan en forma de C en la parte inferior de la celda, en ellas se aprecian los segmentos típicos. Las larvas son de color blanco, son ciegas y no tienen extremidades, con un brillo húmedo. Las larvas son alimentadas con alimento larval y/o jalea real dentro de sus alvéolos (celdillas hexagonales), hasta que son lo suficientemente grandes como para realizar la metamorfosis, también conocido como periodo de pupa.

Pupa: La metamorfosis de las larvas en pupas que madurarán en insectos adultos se realiza en la intimidad oculta del opérculo, debajo de la cera de cierre de la celdilla. Este periodo de reposo se completa en un periodo más largo en el caso de los zánganos, debido a su mayor envergadura.

Imago o adulto: De acuerdo con su desarrollo de pupa, los nuevos adultos se abren camino para salir de sus celdas cerradas (operculadas). Las abejas de miel se consideran superorganismos, ya que toda la colonia es una unidad biológica, por encima de la capacidad limita individual (Manzano, 2020).

2.4. Organización de colonia de *A. mellifera*

2.4.1. Reina

En una colonia, el papel principal de la reproducción lo asume la abeja reina, ya que las obreras normalmente poseen ovarios inactivos y, por lo tanto, son reproductivamente estériles. Sin embargo, en caso de pérdida de la reina, las obreras pueden activar sus ovarios y poner óvulos no fertilizados, y por lo tanto haploides, que a través de la partenogénesis arrenotópica resultarán en zánganos (Mumoki, et al 2021).

Las funciones de la reina, después de los vuelos nupciales, se limitan exclusivamente a la puesta de huevos. Durante el período de desarrollo más intenso, que suele tener lugar a finales de primavera y principios de verano, la reina pone unos 2000 huevos (Nowak, et al 2021).

2.4.2. Obreras

Las obreras son responsables de todas las actividades que ayudan a la reproducción: Limpian los panales y alimentan las larvas; participan en la construcción de panales, la evaporación del néctar y la vigilancia de la colmena; y sobre todo, son las encargadas de buscar alimento para proveer de alimento y agua a la colonia. (Nowak, et al., 2021).

2.4.3. Zánganos

El desarrollo de los zánganos desde el huevo hasta la emergencia del adulto dura aproximadamente 24 días.

Los zánganos tienen la importante función de aparearse con reinas vírgenes. Los zánganos alcanzan la madurez sexual varía desde un mínimo de 6 a 8 días, hasta estimaciones más altas de 10 a 12 días e incluso 16 días después de la emergencia. Durante los primeros días posteriores, los zánganos jóvenes interactúan con las obreras cerca del área de cría para ser alimentados y cuidados.

Los vuelos de orientación, que ayudan a los zánganos a conocer los puntos de referencia locales y la ubicación precisa del nido, comienzan aproximadamente de 5 a 8 días después de la emergencia. El apareamiento exitoso es fatal para los zánganos, ya que mueren poco después de la cópula debido al desmembramiento al dejar el endofalo alojado en el tracto genital de la reina que evita la salida del semen que eyacula con gran fuerza.

Los zánganos no apareados suelen vivir entre 20 y 40 días después de la emergencia y finalmente son desalojados de la colmena por las obreras. El desalojo ocurre en el otoño, al final de la temporada reproductiva, cuando ya no se necesitan zánganos. (Rangel y Fisher, 2019).

2.5. Enfermedades de las abejas

Múltiples presiones antropogénicas, potencialmente interactuantes, amenazan e impulsan la disminución de polinizadores silvestres y controlados (Proesmans et al., 2021).

Se ha demostrado que varios factores afectan negativamente la longevidad de las colonias de abejas, incluidos los parásitos (principalmente ácaros *Varroa* y el microsporidio *Nosema*), junto con varios patógenos de la cría sean bacterianos y

fúngicos, exposición a pesticidas, mala nutrición, diversidad genética reducida y prácticas de manejo.

En 2006 surgió un fenómeno llamado Trastorno del Colapso de Colonias (CCD). El CCD se caracteriza por una pérdida repentina de colmenas (hasta el 90 %) en apiarios sin antecedentes claros de enfermedad (Tantillo et al., 2015).

Los ácaros parásitos son la principal causa de pérdidas controladas de colonias de abejas melíferas. Cabe destacar tres géneros de ácaros, *Acarapis*, *Tropilaelaps* y *Varroa*.

Dos patógenos bacterianos de las abejas melíferas son factores bien conocidos de la pérdida de colonias. La loque americana (*Paenibacillus larvae*) y loque europea (*Melissococcus plutonius*). La infección por EFB generalmente no se considera un factor importante de pérdida de colonias; sin embargo, las cepas virulentas identificadas recientemente están relacionadas con brotes localizados. El *Paenibacillus larvae* es un patógeno extremadamente virulento y contagioso (Steinhauer et al., 2018).

2.5.1. Loque americana

La loque americana (*American Foul Brood*) una enfermedad bacteriana conocida por ser patogénica para larvas de las abejas melíferas causada por la bacteria Gram positiva *Paenibacillus larvae*. Es una de las enfermedades más severa que afecta a las colmenas a escala global. Aun cuando las abejas adultas no son susceptibles a esta bacteria, pueden ser vectores de las esporas y transportar altas cargas en su tracto digestivo como individuos asintomáticos (Fernández de Landa et al., 2023).

Las bacterias colonizan el intestino medio de las larvas de abeja y la infección finalmente se propaga por todo el hospedador, provocando la muerte. Las proteasas bacterianas son las encargadas de la digestión física de las larvas, lo que las convierte en un estado semifluido, el llamado estadio fibroso. Esta etapa se seca y forma una escama marrón endurecida, también llamada escama de loque. Hay millones de esporas de *P. larvae* dentro de esas escamas, y ayudan a facilitar la transmisión de la bacteria entre colonias (Applegate y Petritz, 2020).

2.5.2. Loque europea

Loque europea o European Foul Brood (EFB) es causada por la bacteria Gram positiva *Melissococcus plutonius* y a diferencia de *P. larvae* no forma esporas. *M. plutonius* infecta a las crías destapadas y las larvas suelen sucumbir a la infección bacteriana entre los 4 y 5 días de edad. Los signos clínicos de EFB incluyen un patrón de cría irregular y decoloración de las larvas (a amarillo o gris). Al igual que con todas las enfermedades de la loque, también hay un olor producido por la urticaria gravemente infectada, que huele similar a la leche agria.

Al igual que AFB, las larvas muertas pueden formar escamas secas dentro de las células, pero a diferencia de AFB, la escala es fácil de eliminar. La mayoría de las larvas mueren de EFB a fines de primavera hasta principios de verano (Applegate y Petritz, 2020).

2.5.3. Nosemosis

La nosemosis de las abejas melíferas es causada por dos tipos de microsporidios, *Nosema ceranae* y *Nosema apis*. *N. ceranae* se encuentra de manera estable en las colmenas durante todo el año y tiene un carácter estacional con un pico típico de aparición e impacto en las colonias de abejas en invierno. En su forma típica causa disentería y su presencia se manifiesta visiblemente en marcos, panales y paredes exteriores de la colmena.

En la infección aguda, observamos las vibraciones del cuerpo de las obreras y el agrandamiento del abdomen. Las abejas melíferas infectadas padecen disentería, lo que favorece enormemente la propagación de la enfermedad por toda la colonia (en condiciones normales, las abejas defecan durante el vuelo fuera de la colmena). La disentería se puede identificar por las abejas melíferas muertas y las marcas fecales alrededor de la colmena. La causa de la disentería es la absorción imperfecta de los carbohidratos, debido a la presencia de parásitos que, especialmente en invierno, sobrecargan el saco fecal y provocan así la disentería. Es probable que las colonias de abejas melíferas muy noseemáticas mueran en el invierno (Galajda, et al 2021).

La infección por *N. ceranae* es altamente patógena para las colonias de abejas, ya que reduce significativamente el tamaño de la colonia, la cría de crías y la producción de miel, y aumenta la mortalidad invernal. En infecciones persistentes, el patógeno puede afectar el rendimiento de la colonia al reducir la capacidad de la colonia para regular la temperatura de la colmena o al matar a toda la colonia. Para la abeja europea, *N. ceranae* redujo las habilidades de localización y orientación, y alteró el metabolismo de las abejas recolectoras.

Las abejas infectadas con *N. ceranae* mostraron cambios en el nivel de oleato de etilo (EO), que es, hasta la fecha, la única feromona cebadora identificada en obreras que participa en el comportamiento de búsqueda de alimento. Las abejas infectadas con títulos altos de EO tienen una vida corta (El-Seedi et al 2022).

2.5.4. *Acarapis woodi*

Acarapis woodi es un endoparásito traqueal de las abejas melíferas que se ha extendido rápidamente a todos los continentes desde que fue identificado por primera vez en la Isla de Wight, Inglaterra. El ácaro parasita principalmente la tráquea protorácica de las abejas, que perfora para alimentarse de hemolinfa. Sin embargo, los ácaros también pueden infestar los sacos de aire del abdomen y la cabeza de las abejas. La enfermedad produce sintomatología clínica inespecífica que se asocia con una incapacidad de termorregulación en las colmenas durante el invierno, provocando una disminución del área de cría, menor producción de miel y aumento de la mortalidad de adultos (Peña et al. 2023).

2.5.5. *Ascosphaera apis*

La cría de tiza o de cal es una enfermedad que afecta a la cría de *Apis mellifera* L. y es causada por el hongo *Ascosphaera apis*. Este hongo se caracteriza por ser un patógeno oportunista y causar mortalidad en las nidadas durante la etapa de pupa, debilitando la colonia y reduciendo su capacidad. La enfermedad afecta a todas las castas de crías de abejas que se infectan tras ingerir alimentos contaminados con esporas del hongo.

Factores como cambios bruscos de temperatura, humedad y mala ventilación en la colonia predisponen al crecimiento del hongo, especialmente si hay pocas abejas adultas.

Colocar las colmenas demasiado cerca una de otra puede provocar que las abejas pecoreadoras contaminadas se desvíen al regresar, propagando la enfermedad en el apiario. Aunque las abejas adultas no son susceptibles a la enfermedad, pueden portar el hongo al realizar trofalaxis durante la etapa de pecoreo, contaminando a las abejas lactantes, las cuales, a su vez, contaminan a las larvas al alimentarlas.

Los síntomas de la enfermedad en las colonias se pueden observar por la presencia de momias frente a la entrada en el suelo o en el suelo, debajo de la colmena. En los panales se pueden observar tapas perforadas con crías momificadas y celdas vacías, lo que indica la eliminación de crías muertas por el comportamiento higiénico de las abejas obreras. Las larvas infectadas generalmente mueren dentro de los dos primeros días después de ser tapadas, en estado de pupa, y, al poco tiempo de morir, se dilatan y comienzan a cubrirse por el micelio blanco del hongo. En la etapa posterior de la enfermedad, algunas pupas permanecen blancas, asemejándose a un trozo de tiza -de ahí el nombre de cría de tiza-, mientras que otras comienzan a tornarse de color marrón o gris (Castagnino, et al. 2020).

2.5.6. *Varroa destructor*

El ácaro *Varroa destructor* (Anderson & Trueman), es el agente etiológico de la enfermedad conocida como Varroosis y la amenaza más importante para las abejas melíferas a nivel mundial. Se alimenta del tejido graso de abejas pupas y adultas. Este ácaro se distribuye por toda la República Mexicana y es una de las plagas más extendidas y agresivas en los apiarios, por lo que es una de las principales causas de daños a la salud de las abejas en México (Peña et al., 2023).

2.6. Antecedentes históricos de *V. destructor*

México se encontraba libre del ácaro *Varroa* hasta el año de 1991. En mayo de 1992 se detectó una infestación del acaro *V. jacobsoni* en un apiario ubicado en Torreón del

Molino poblado de Tejeda estado de Veracruz en las instalaciones pertenecientes a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (Chihu et al., 1992).

2.7. Clasificación taxonómica de *V. destructor*

Filo: Arthropoda

Subfilo: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclase: Acari

Orden: Parasitiformes

Suborden: Mesostigmata

Familia: Varroidae

Género: Varroa

Especie: *Varroa destructor*

(Chauhan, et al 2021).

2.8. Morfología

Los ácaros Varroa son pequeños parásitos externos de color marrón rojizo de las abejas. Tiene los cuatro pares de patas que posee en la etapa adulta. La forma del cuerpo es aplanada y tiene ventosas en las patas que le permiten agarrar el cuerpo de la abeja. Hay numerosos pelos sensoriales en todo el cuerpo que actúan como receptores para sentir su entorno. Tiene piezas bucales perforantes y succionadoras que le ayudan a perforar el exoesqueleto de la abeja y alimentarse de su hemolinfa. El ácaro hembra se compone de 1.1 mm de largo y 1,6 mm de ancho con cuerpo aplanado, de color marrón y más grande que el macho. Sin embargo, el estadio de ácaro macho mide 0.7 mm de largo y

0.9 mm de ancho con forma de cuerpo redondeado, de color blanco amarillento y más pequeño que la hembra (Chauhan et al 2021).

Figura 1. Ácaro Varroa hembra

Figura 2. Ácaro Varroa macho

2.9. Biología y hábitos de *V. destructor*

El ciclo del ácaro se compone de dos fases bien diferenciadas. La fase de dispersión, antes llamada fase forética se refiere a los períodos durante los cuales el ácaro se



alimenta, viaja en adultas, permite que sus espermátóforos y ovarios. Para fase reproductiva, un hembra adulto grávido,



abejas maduren activa los comenzar la ácaro conocido

como fundador, invade la celda de una larva de abeja en el quinto estadio. Tras la invasión, la fundadora queda atrapada temporalmente en el alimento de cría que se encuentra en el fondo de la celda y permanece atrapada hasta seis horas en las celdas de las obreras y 20 horas en las celdas de los zánganos antes de que la celda se tape para que la abeja inicie la pupa. La pupa de abeja cubierta luego libera una señal química desconocida que inicia la producción de huevos por parte del ácaro (Reams y Rangel 2022).

El primogénito siempre es macho (haploide) mientras que los siguientes huevos son hembras (diploide). Los recién nacidos pasan por varios pasos de desarrollo, desde

protoninfas hasta deutoninfas que mudan a ácaros adultos. Una vez que han alcanzado la etapa adulta (9 a 10 días después de la cobertura de la celda para la hembra primogénita) y hasta la emergencia, se produce el apareamiento entre hembra y macho en caso de infestación única (Vilarem et al., 2021).

Hay una clara preferencia de hospedante exhibida por Varroa tanto en la fase de reproducción como en la de dispersión. Se cree que los ácaros detectan los compuestos de la cutícula en la cría de abejas para elegir su huésped y moverse por la colmena según la fase del ciclo de vida.

Durante la fase de dispersión, los ácaros muestran una preferencia por adherirse a las abejas nodrizas sobre los forrajeadores o los zánganos adultos. Se cree que la preferencia de varroa de apegarse a las abejas nodrizas durante la fase de dispersión está mediada por señales químicas (Reams y Rangel, 2022).

El éxito reproductivo de un ácaro se correlaciona positivamente con la duración del desarrollo posterior al taponamiento de su hospedador. En consecuencia, los ácaros prefieren parasitar la cría de zánganos sobre las obreras y reinas, presumiblemente porque el mayor tiempo de desarrollo de los zánganos aumenta la aptitud de los ácaros. La cría de zánganos sufre un mayor parasitismo de varroa que la cría de obreras debido a las elecciones activas de los ácaros en función de los olores de la cría o de los alimentos, o porque un desarrollo más lento de los zánganos y más visitas de abejas nodrizas se traducen en más oportunidades para infestar las celdas de los zánganos (Amiri et al., 2017).

Las larvas de zánganos son atractivas para los ácaros durante unas 40 horas antes de taparlas, mientras que las larvas obreras son atractivas solo durante 20 horas antes de taparlas. Este período prolongado de atracción de ácaros hacia las larvas de zánganos podría contribuir a la preferencia de Varroa para invadir células de zánganos. Las larvas de zánganos también tienen tasas de visitas de abejas nodrizas aproximadamente 2.5 veces más altas que las larvas obreras. La cría que tiene una tasa de visitas más alta

probablemente esté expuesta a ácaros varroa más a menudo y por lo tanto tiene una mayor probabilidad de ser invadido (Reams y Rangel, 2022).

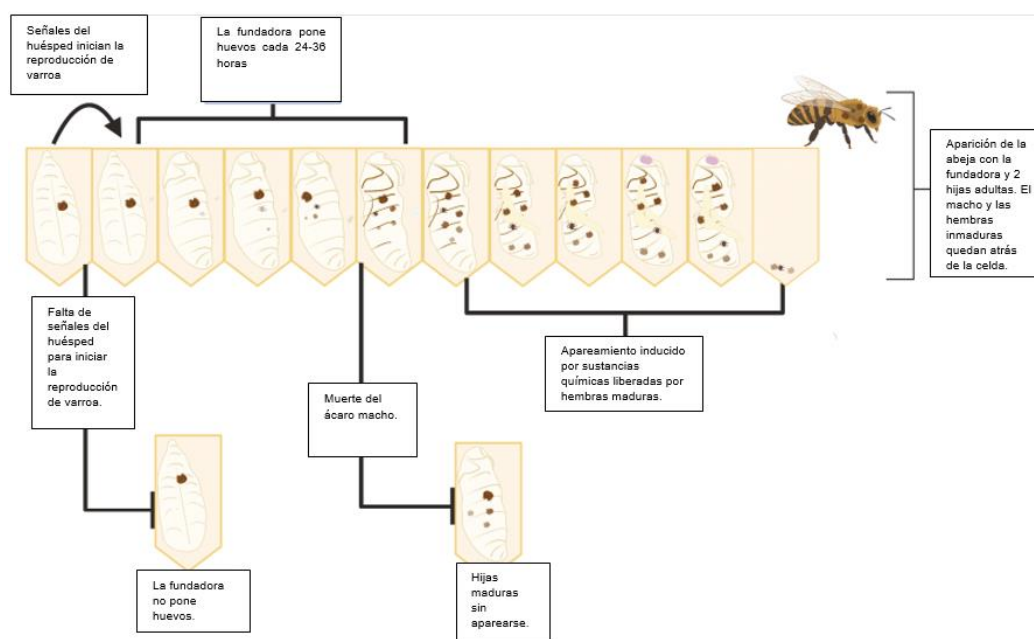


Figura 3. Ciclo reproductivo de *Varroa destructor*.

2.10. Daños de *V. destructor*

Antes de que las abejas obreras sellen las celdas del panal con cera, los ácaros varroa se mueven hacia las celdas de cría ocupadas por larvas de abejas maduras, donde eventualmente se alimentan de los cuerpos grasos y la hemolinfa de las pupas hospedadoras (Gregorc y Sampson, 2019).

Cuando se alimentan de abejas, los ácaros parecen utilizar un mecanismo de succión para extraer el alimento de los orificios de alimentación relativamente grandes que raspan en el tegumento del hospedador (Evans y Cook 2018).

V. destructor muestra una preferencia constante por la parte inferior del metasoma (tercer segmento) de las abejas hospedadoras adultas, un área dominada por tejido graso justo debajo de la cutícula. Este favoritismo por alimentarse en la región ventral en lugar de en

la dorsal del metasoma es consistente con las expectativas si el cuerpo adiposo es el tejido objetivo, ya que hay depósitos más grandes de tejido adiposo en la superficie ventral interna del metasoma en lugar de en la superficie dorsal. La preferencia por el tercer segmento puede deberse a que es el segmento más largo, lo que le facilita al parásito espacio para alimentarse mientras oculta la mayor parte de su cuerpo de un huésped que lo acicala (Ramsey et al., 2019).

El ácaro varroa como parásito externo tiene efectos físicos y patológicos en abejas individuales y en toda la colonia. Varroa ataca tanto a las abejas adultas como a las larvas en desarrollo. La cría parasitada se lesiona con un contenido reducido de proteína larvaria y, posteriormente, se reduce el peso corporal de la abeja, se afecta el desarrollo de los órganos y, finalmente, se acorta la vida de las obreras o los zánganos.

Las abejas emergentes pueden estar deformadas sin patas o alas y, junto con el virus de las alas deformadas, los microbios y la competencia inmunológica reducida, la supervivencia de las abejas adultas se ve significativamente afectada en las colonias no tratadas. Las colonias altamente infestadas que no se examinan en busca de ácaros y no se tratan de manera efectiva pueden morir o contribuir a aumentar la mortalidad invernal o la ausencia de una reina. Los ácaros Varroa también son un vector en la transmisión de una serie de virus de abejas infectadas a abejas sanas (Gregorc et al 2022).

Se han identificado más de 20 virus que infectan a las abejas melíferas en todo el mundo. Los más comunes son: Virus del ala deformada (DWV), virus de la parálisis lenta de las abejas (SBPV), Virus de la parálisis aguda israelí (IAPV), virus de la parálisis aguda de las abejas (ABPV) y Virus de la abeja de Cachemira (KBV) (DeGrandi y Chen, 2015). Varroa se informa como vector de estos cinco virus (Applegate y Petritz, 2020; McMenamin y Genersch, 2015).

2.11. Transmisión de virus

Al alimentarse de tejidos de abejas, la varroa actúa como un eficaz vector de patógenos. La transmisión de enfermedades por vectores implica tres fases principales:

Adquisición: Varroa se alimenta de los tejidos de las abejas, ingiriendo los patógenos que residen en esos tejidos.

Movilidad: varroa se mueve libremente entre diferentes huéspedes individuales.

Transmisión: durante la alimentación, varroa introduce el patógeno en el nuevo huésped (Traynor et al., 2020).

2.12. Manejo Integrado de *V. destructor*

El MIP es un método para mantener bajo control una población de plagas o parásitos. A través de la aplicación coordinada de uno o más procedimientos, se puede alcanzar un umbral económico. Si la densidad del parásito alcanza cierto nivel, se pueden esperar daños económicos (pérdida de producción de miel o muerte de la colonia). Minimizar los tratamientos químicos garantiza la integridad de los productos de la colmena, aumenta el tiempo que tardan los parásitos en desarrollar resistencia a los tratamientos y reduce el riesgo de efectos perjudiciales para las abejas y el medio ambiente (Gregorc et al., 2022).

2.12.1. Control químico

Actualmente se utilizan tres clases de compuestos acaricidas de acción disparo para combatir las infestaciones: los insecticidas piretroides, fluvalinato y flumetrina; el organofosforado, cumafos y la formamidina, amitraz. Desafortunadamente, estos compuestos tienden a persistir tanto en la miel como en la cera, lo que compromete la salud de las abejas y contamina los productos de la colmena que usan los humanos. Además, el uso excesivo de compuestos sintéticos fomenta la aparición de resistencia a los acaricidas en *V. destructor*. La evidencia actual sugiere que la resistencia a los insecticidas piretroides en *V. destructor* surgió inicialmente en Italia durante un período de cuatro años de fuerte aplicación de piretroides. Después de eso, se han reportado varios casos de poblaciones resistentes en todo el mundo (Mitton et al 2022).

La exposición a pesticidas por ejemplo, acaricidas puede resultar en susceptibilidad a algunos parásitos que amenazan la salud de la colonia. Esto puede deberse a cambios inducidos por pesticidas en las vías del sistema inmunológico de las abejas (Leska et al., 2021).

2.12.2. Control cultural

Los controles culturales actúan como medidas preventivas, simplemente para minimizar el impacto de la plaga o enfermedad en la colonia. El uso de un stock de abejas melíferas higiénicas es capaz de eliminar del nido las crías infestadas de plagas o enfermedades (Cameron y Ellis, 2021).

Las abejas obreras que realizan higiene sensible a la varroa interfieren con la reproducción de los ácaros al abrir las celdas de cría infestadas y eliminar el contenido de las celdas (Hyun et al., 2018).

Enjaular a la reina para interrumpir el ciclo de crianza de las abejas melíferas puede interrumpir la biología de apareamiento de Varroa y mejorar la eficacia de tratamientos químicos. Además, las prácticas sanitarias utilizadas por el apicultor, como la eliminación de panales o la esterilización del equipo de la colmena, se considerarían controles culturales (Cameron y Ellis, 2021).

2.12.3. Control biológico

Los primeros experimentos contra *V. destructor* se llevaron a cabo con diferentes cepas de hongos pertenecientes a los géneros *Hirsutella* y *Metarhizium*. La mortalidad máxima se produjo principalmente entre 5 y 7 días después de la aplicación de los conidios. Los productos de uso final en el mercado están físicamente presentes en forma de polvos o aceites emulsionados. A menudo se les añaden aditivos para proteger las esporas contra los rayos UV, mejorar la capacidad de adherirse o aumentar la humedad alrededor de las esporas. Se recomienda harina que actúa como aditivo nutricional para la germinación de conidios fúngicos y también el uso de aceite como material higroscópico y lipófilo para ambientes secos. En formulaciones líquidas y en polvo, se agregan aceites para

aumentar la vida útil de los productos y la efectividad en ambientes secos. En las pruebas de campo contra Varroa, los materiales utilizados como portadores de hongos fueron harina y cera en polvo. El método de pulverización fue la técnica de aplicación más elegida. Como se vio anteriormente, este método tiene la ventaja indiscutible de no causar daño a las abejas adultas ni a las crías. La desventaja es la escasa practicidad de uso en el campo para tratamientos a gran escala de un gran número de colmenas (Bava et al., 2022).

Los métodos de control biológico podrían superar algunos de los problemas generados por opciones de control químico. Los hongos del género *Beauveria* pueden ser considerados enemigos naturales del ácaro ya que se han encontrado de forma natural ocurriendo en varroa (Dietemann et al., 2012).

2.12.4. Control alternativo

Los ácidos como el ácido fórmico y el ácido oxálico, y aceites esenciales como el timol están disponibles para el tratamiento de Varroa. El ácido oxálico y el ácido fórmico son los ácidos orgánicos más utilizados para el control de la varroa. El ácido oxálico, que es un compuesto orgánico con la fórmula $C_2H_2O_4$, en forma de cristales, cápsulas de gelatina o tabletas, se evapora por calor y se usa predominantemente durante el período sin cría. Usando una jeringa o un aplicador similar, el dihidrato de ácido oxálico normalmente se gotea directamente sobre las abejas en los espacios entre los panales. La aplicación es rápida, barata y fácil.

El ácido fórmico, que es un líquido incoloro que emite vapores, es eficaz tanto contra las fases foréticas como reproductivas de los ácaros. Fue aprobado para su uso en ácaros en formulación *gelpack* (almohadilla) y formulaciones líquidas que se administran en colmenas de abejas utilizando diferentes evaporadores. La almohadilla que contiene ácido fórmico se aplica colocándola en las barras superiores de la caja de cría. Como fumigante, los vapores de ácido fórmico generados por el calentamiento a alta temperatura se liberan en la colmena (Gregorc et al., 2022).

Se han realizado ensayos donde se probó aceite esencial de orégano a distintas dosis. La mayor eficacia (74 %) fue con la dosis más baja de aceite esencial de orégano (1.16 ml), contrariamente a lo esperado. Esto podría deberse a que la respuesta repelente de las abejas a dosis de 1.5 y 1.33 ml aumentó la circulación de aire o la temperatura en la colmena y permitió una rápida evaporación de los aceites esenciales (Romo et al., 2016).

El aceite de eucalipto ha demostrado ser prometedor (96.29 % mortalidad) como producto natural seguro para el control de los ácaros *Varroa*. Estos productos naturales demostraron ser inofensivos para las abejas y bastante seguros para el medio ambiente. El uso de productos naturales puede encajar bien en los programas de Manejo Integrado de Plagas como uso alternativo con otras medidas de control para el manejo del ácaro *Varroa* y otras plagas en las colonias de abejas (Mahmood et al., 2021).

2.12.5. Homeopatía

La homeopatía es un sistema terapéutico mediante el cual se administran sustancias, ya sean orgánicas, minerales o vegetales y que en un sujeto sano producirán los mismos síntomas que la enfermedad a tratar. Esta disciplina tiene como antecedente el postulado Hipocrático de que lo similar cura lo similar (Ochoa, 2018).

Este sistema de terapéutica basado en la "ley de los similares" fue introducido en 1796 por el médico alemán Samuel Hahnemann. Hahnemann creía que grandes dosis de medicamentos agravan la enfermedad y que, por tanto, la eficacia de los medicamentos aumenta con la dilución. En consecuencia, la mayoría de los homeópatas creían en la acción de pequeñas dosis de medicamento (Encyclopaedia Britannica, 2021).

Se basa en tres principios básicos (Avello et al., 2009):

1. Ley de semejanza o similitud (origen Hipocrático).
2. Individualización del enfermo y no de la enfermedad. Basado en las patogenesias, que es el conjunto de perturbaciones que la sustancia en dosis ponderables genera en el experimentador.

3. Dosis infinitesimales o microdosis de sustancia activa. Por medio de diluciones y dinamizaciones se obtiene el remedio homeopático.

Los principios científicos propuestos por Hahnemann son naturales y están bien probados y continúan siendo seguidos con éxito. Debido a su enorme trabajo en el campo de la Homeopatía, fue designado como "Padre de la Homeopatía".

Hahnemann descubrió que el uso de medicamentos tóxicos en los enfermos con frecuencia empeoraba la condición del paciente antes de que apareciera el efecto terapéutico y, en un esfuerzo por reducir estos efectos, experimentó con diluciones progresivas de los medicamentos. Mediante una experimentación meticulosa, descubrió que el método de dilución implicaba agitar vigorosamente cada vial y los medicamentos no solo se volvieron más seguros de usar sino también más poderosos. A este proceso lo denominó "Dinamización", que ahora se traduce generalmente como "Potenciación" (Sanadhya et al., 2013).

A nivel mundial, la homeopatía se practica como un sistema de tratamiento independiente en unos 80 países o como un sistema de medicina alternativo o complementario. Desde la época de su descubridor, la prevención de enfermedades a través de la homeopatía ha sido fuertemente promulgada por incondicionales y es popular entre el público en general en los últimos tiempos.

La prevención se clasifica principalmente en Primordial (acciones para minimizar los peligros futuros para la salud), Primaria (prevenir la aparición de enfermedades específicas mediante la reducción del riesgo mediante la alteración de comportamientos o exposiciones que pueden provocar enfermedades), Secundaria (procedimientos como la detección, que detectan y tratan cambios patológicos preclínicos), Terciario (busca suavizar el impacto causado por la enfermedad en la función, longevidad y calidad de vida del paciente) y Cuaternario (acciones tomadas para identificar pacientes en riesgo de sobremedicación, protegerlo de una nueva invasión médica y sugerirle intervenciones éticamente aceptables. Los principios de la medicina preventiva pueden incorporarse a las prácticas prevalentes de la medicina complementaria e integrativa, incluida la

homeopatía, promoviendo la salud pública en el contexto de prácticas más responsables (Gilla, 2020).

2.12.5.1. Nosodes homeopáticos

Por definición, los nosodes comprenden diluciones de órganos o tejidos patógenos; agentes causales tales como bacterias, hongos, óvulos, parásitos, partículas de virus y levaduras; productos de enfermedades; excreciones o secreciones. Los nosodes se consideran medicamentos homeopáticos si se procesan de acuerdo con una farmacopea homeopática reconocida en uso oficial u otros documentos reconocidos oficialmente (Nayak y Varansi, 2020).

Dependiendo de la naturaleza del material de origen, se ha clasificado a los nosodes en los siguientes cuatro grupos:

N-I: Preparaciones a base de endotoxinas bacterianas.

N-II: Preparaciones a base de microorganismos capaces de producir exotoxinas.

N-III: Preparaciones a base de toxinas purificadas.

N-IV: Preparaciones elaboradas a partir de microorganismos o sujetos enfermos.

Un nosode tiene potencial terapéutico para inducir efectos citotóxicos y se manifiesta al realizar cambios en la condensación nuclear, la fragmentación del ADN, la generación de especies reactivas de oxígeno y los potenciales de membrana mitocondrial y por su acción inhibidora sobre la proliferación y migración celular (Nayak y Varansi, 2020).

III.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna ubicada en las coordenadas 25° 33' 28" N y 103° 22' 06" W en Torreón Coahuila durante los meses de marzo, abril, mayo y junio de 2021. Se elaboró un nosode homeopático con el fin de determinar la eficacia del mismo para el control del ácaro *Varroa destructor*.

3.2. Clima y vegetación

La zona donde se encuentra ubicado Torreón es una de las más secas y calientes de México, por encontrarse en el corazón del Bolsón de Mapimí, prácticamente todo el territorio municipal registra un clima clasificado como muy seco semicálido. Todo el municipio registra una temperatura media anual superior a los 20 °C y la precipitación promedio anual es de 200 a 300 mm.

En la vegetación del municipio de Torreón podemos encontrar mezquites, huizaches, yucas, nopales, magueyes, cactus, lechuguillas, palmas y gobernadora. Predominan los matorrales en más de 70 % en las extensas llanuras. Hacia el suroeste, los matorrales se mezclan con pastizales. En menor proporción, en la Sierra Jimulco se encuentran bosques de coníferas y encinos (ICAT, 2018).

3.3. Material biológico

Se hizo colecta de abejas en frascos con alcohol al 70 % del apiario de la UAAAN UL. para posteriormente determinar el porcentaje de infestación donde por cada 100 abejas se encontraron 5.94 ácaros varroa es decir un 5.94 % de infestación.

Los datos del porcentaje de infestación previos a los tratamientos se calcularon de la siguiente manera:

$$\% \text{ de infestaciòn} = \frac{\text{Número de ácaros Varroa}}{\text{Número de abejas}} \times 100$$

Los niveles de ácaro Varroa entre el 3 y el 5 % son tolerables para los apicultores. Cuando los niveles de ácaros están por encima del 5 %, es necesario realizar un control inmediato de los ácaros varroa (Gregorc y Sampson, 2019).

3.4. Laboratorio de análisis

El lugar donde se llevó a cabo el análisis para determinar el porcentaje de infestación de Varroa y la elaboración de nosodes homeopáticos fue en el laboratorio de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

3.5. Material y equipo de laboratorio

Los implementos de laboratorio y equipo que fueron utilizados: Estereoscopio, báscula granataria, bisturí, portaobjetos de 22 x 40 mm, cajas Petri, probeta, pipeta de 0.5 ml, papel, mortero, tubos Eppendorf, frascos color ámbar de 30 y 50 ml, agua destilada, lactosa en polvo y alcohol etílico de 96 °GL.

3.6. Elaboración de Nosodes homeopáticos

De acuerdo a la Farmacopea Homeopática Mexicana (IPN, 1996), se realizó el proceso de trituración utilizando como vehículo lactosa, de manera simplificada:

1. En una balanza se pesan 0.9 g de lactosa en polvo, se depositó en un tubo Eppendorf y se agregó al mortero con una parte de la sustancia por dinamizar.
2. Se trituró en el mortero hasta dejar una consistencia fina, esta mezcla se colocó en el tubo Eppendorf siendo la trituración 1 Decimal 1D.
3. De la mezcla anterior se pesó 0.1 g y se mezcló con 0.9 g de lactosa, se trituró de igual manera en el mortero y se pasó a un tubo Eppendorf siendo 2 Decimal 2D.

4. De la nueva mezcla se tomó 0.1 g y se mezcló con 0.9 g de lactosa y se trituró en el mortero, obteniendo la trituración 3 Decimal 3D.
5. Se continuó de la misma manera hasta obtener la trituración 7D.



Figura 4. Mezcla triturada

Para convertir la trituración a dinamización líquida se realizó lo siguiente:

La primera dinamización que se puede obtener de una trituración es la 4C.

1. De la trituración 7D se colocó 0.1 g en un frasco ámbar de 30 ml y se diluyó en 9.9 ml de alcohol etílico de 96 °GL éste se midió con ayuda de una probeta, se le aplicó dinamización, dilución/sucusión durante 30 segundos. La dinamización obtenida es 4C.
2. Se midió 0.28 ml de la dilución 4C, los cuales se pasaron a un frasco ámbar y se llevó a 28 ml con alcohol etílico de 96° y se dinamizó durante 30 segundos, ésta es la dilución 5 centesimal (5C).
3. De la anterior dilución se pasó 0.5 ml a un frasco ámbar con gotero, se le añadió 49.5 ml de agua destilada y se dinamizó, siendo la dilución 6 centesimal (6C) que fue la dinamización utilizada para este experimento.



Figura 5. Nosode elaborado

Después de tener preparados los nosodes, se eligieron aleatoriamente tres grupos de 6 colmenas. El primer grupo se denominó como tratamiento 1: Nosode a base de abeja y varroa a la 6C, el segundo grupo fue tratamiento 2: Nosode a base de abeja infectada a la 6C, y el tercer grupo fue tratamiento 3 (testigo): solo agua destilada. A cada uno se le agregó un 10 % de azúcar para su administración oral al chupar el líquido dulce por las abejas obreras.

3.7. Aplicación de tratamientos

Los tratamientos se aplicaron cada seis días por la tarde, durante un periodo de 24 días tomando en cuenta el ciclo del zángano, ya que se sabe que la cría de zánganos es un objetivo principal de los ácaros varroa (Beyer et al 2018) se aplicaron con ayuda de un atomizador quitando la tapa de la colmena y sobre el alza mojando muy bien los bastidores. Durante esos días se hizo conteo diariamente de los ácaros caídos.

Los conteos se realizaron durante las horas más frescas de la mañana. Se utilizaron 18 láminas de aluminio de 34 cm de ancho por 58 cm de largo, a las cuales se les untó uniformemente en la superficie grasa comestible marca Inca® (ACH Foods México, S. de R.L. de C.V.), que fueron introducidas en la piquera de las colmenas, para que los ácaros

que se desprendieran de las abejas quedarán adheridos a las láminas, después de cada conteo se limpiaron las láminas y se repitió el proceso.



Figura 6. Conteo de ácaros Varroa



Figura 7. Aplicación de manteca Inca

3.8. Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 6 repeticiones en 18 unidades experimentales (colmenas) donde la variable de medición fue el número de ácaros Varroa colectados en las láminas diariamente.

Cuadro 1. Descripción de tratamientos

Tratamientos	Descripción
T1	Nosode homeopático a base de abeja y varroa + 10 % de azúcar.
T2	Nosode homeopático a base de abeja infectada + 10 % de azúcar.
T3 (testigo)	Agua destilada + 10 % de azúcar.

3.9. Análisis estadístico

Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) para determinar la efectividad de cada tratamiento y una comparación de medias con el método de Tukey ($p \leq 0.05$). Este análisis se efectuó mediante el programa estadístico de Olivares (2012) de la UANL.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Conteo de ácaros diariamente

El objetivo de este trabajo fue determinar la eficacia de la aplicación de nosodes homeopáticos en el control del ácaro *Varroa destructor*. Los datos muestran una tendencia a tener una caída mayor de ácaros en los tratamientos con nosodes homeopáticos como se observa en la figura 8.

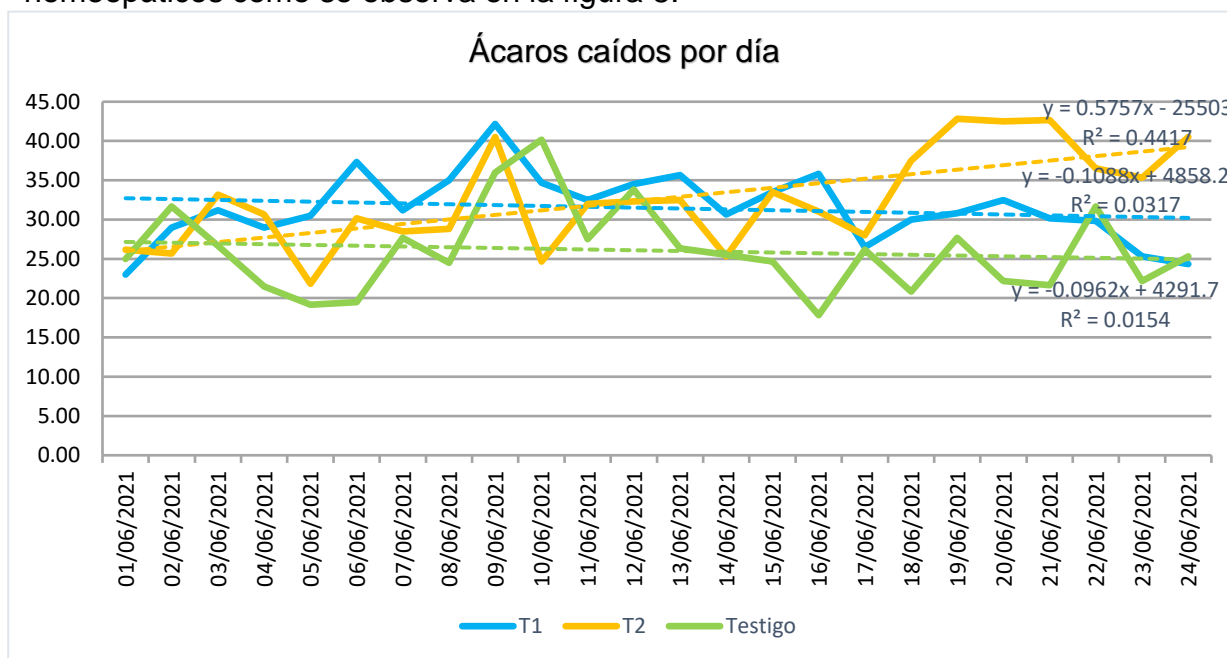


Figura 8. Promedio de ácaros caídos por día

Con el tratamiento 2 se obtuvo el promedio más alto en la caída de ácaros siendo éste 32.61, enseguida el tratamiento 1 con 31.46 y al final el tratamiento 3 (testigo) con 26.04 ácaros promedio, pero estadísticamente fueron iguales entre sí ($p \leq 0.05$). Estas comparaciones estadísticas de los promedios pueden observarse en el cuadro 2.

En esta misma figura se observa con claridad una tendencia a tener una mayor caída del parásito presente en las charolas de captura en los tratamientos con nosodes homeopáticos a lo largo del periodo experimental, aunque como ya se mencionó no se encontraron diferencias estadísticas significativas.

Cuadro 2. Comparación de Medias por el método Tukey

Trata.	Media	Sig=0.05
2	32.611	a
1	31.465	a
3	26.049	a
	Tukey=	8.370

Moscatelli et al. (2016) observaron resultados no satisfactorios con Fósforo 30 CH en el control de la población de Varroa, quizás debido a los métodos de uso que adoptaron: duración del tratamiento (35 días), método de administración (el terrón de azúcar una vez a la semana) y la potencia del remedio (30 CH).

Los resultados del presente trabajo fueron consistentes con los presentados en el estudio antes mencionado. Muchos factores pueden interferir con la evaluación de la eficacia de los nosodes homeopáticos. Se debe considerar la cadencia de los tratamientos homeopáticos, incluido el remedio, la potencia del remedio, el método de administración, las condiciones climáticas, la duración del tratamiento. Se necesitan más estudios que modifiquen uno o más de los factores mencionados anteriormente para verificar la mejora concebible en el control del parásito (Moscatelli et al 2016).

Por otra parte, el 92.86 % de varios estudios realizados *in vitro* reportaron resultados positivos sometiendo a prueba una amplia variedad de diluciones homeopáticas (HD) en escala decimal y centesimal. La HD utilizada con más frecuencia fue 30 CH (10^{-60}), seguida por 6 CH (10^{-12}), y 200 C (10^{-400}), correspondientes a 9 estudios cada una. La mayor parte de los estudios analizados fueron realizados en países en donde la homeopatía se encuentra reconocida oficialmente (Brasil e India), lo cual facilita el acceso a los recursos para la investigación (Waisse, 2023).

Existen más de 200 estudios científicos publicados en las áreas de biología molecular, biología evolutiva, toxicología, fisicoquímica, entre otros, que han evidenciado de manera

consistente que las altas diluciones homeopáticas en sistemas celulares, modelos animales y modelos vegetales exhiben efectos en la regulación genética, transcripcional o cambios en parámetros físico químicos vegetales (Vite, 2017).

En México la aplicación de la Homeopatía en la ganadería representa la instrumentación de un excelente método preventivo y de reconocido beneficio que no produce efectos colaterales, mucho menos tóxicos. En lo que respecta a la agrohomeopatía, los esfuerzos más notables han provenido de la Universidad Autónoma de Chapingo (centro de México), donde varios investigadores han realizado estudios sobre los efectos de los medicamentos homeopáticos en los cultivos, con resultados muy positivos (Mejía, 2018)

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en este estudio se concluye que los nosodes homeopáticos no tuvieron efecto en el control de ácaros Varroa, no obstante, se observó claramente una tendencia a tener una mayor caída de ácaros en los tratamientos evaluados.

Esta información abre las puertas a futuras investigaciones sobre dosis más elevadas de nosodes homeopáticos y frecuencias de aplicación más cortas para su control y crear un equilibrio entre el huésped y el parásito con una disminución de la infestación.

VI.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrosavia 2022. *Apis mellifera* El insecto del mes. Colección Taxonómica Nacional de Insectos. Consulta: 26 de septiembre de 2023. Disponible en: https://www.agrosavia.co/media/12394/info_aphis_mellifera.pdf
- Amiri E., Strand M., Rueppell O. y Tarpy D. 2017. Queen quality and the impact of honey bee diseases on queen health: potential for interactions between two major threats to colony health. *Insects*,8: 48.
- Applegate, J. y Petritz, O. 2020. Common and emerging infectious diseases of honeybees (*Apis mellifera*). *Veterinary Clinics: Exotic Animal Practice*, 23: 285-297.
- Arechavaleta ME, García, C., Yavarik, L., Ramírez, F. y Alcalá, K. 2022. Results and impact of research on honeybee genetics and breeding conducted by INIFAP in Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 12, 3. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v12s3.5919>
- Avello, M., Avendano, C. y Mennickent, S. 2009. Aspectos generales de la homeopatía. *Revista Médica de Chile*, 137: 115-120. [En línea] Consultado el 30 de junio de 2021, Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872009000100018>.
- Barron, A. 2015. Death of the bee hive: understanding the failure of an insect society. *Current Opinion in Insect Science*, 10: 45-50.
- Bava, R., Castagna, F., Piras, C., Musolino, V., Lupia, C., Palma, E., Britti, D. y Musella, V. 2022. Entomopathogenic fungi for pests and predators control in beekeeping. *Veterinary Sciences*, 9: 95.
- Beyer, M., Junk, J., Eickermann, M., Clermont, A., Kraus, F., Georges, C., Reichart, A. y Hoffmann, L. 2018. Winter honey bee colony losses, *Varroa destructor* control strategies, and the role of weather conditions: Results from a survey among beekeepers. *Research in Veterinary Science*, 118: 52-60.

- Cameron, J. y Ellis, J. D. 2021. Integrated pest management control of *Varroa destructor* (Acari: Varroidae), the most damaging pest of (*Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) colonies. Entomological Society of America, 21: 6.
- Castagnino, G., Mateos, A., Meana, A., Montejo, L. Zamorano, L. y Cutuli, M. 2020. Etiology, symptoms and prevention of chalkbrood disease: a literatura review. Brazilian Journal of health and animal production, 21: 1-16.
- Chauhan, A., Dabhi MV. y Padmavathi, J. 2021. Review on *Varroa* mite: An invasive threat to apiculture industry. Journal of Entomology and Zoology Studies, 9, 535-539.
- Chihu, D., Rojas, L. y Rodríguez, S. 1992. Presencia en Veracruz, México del ácaro *Varroa jacobsoni*, causante de la varroasis de la abeja melífera (*Apis mellifera* L.). Técnica Pecuaria en México, 30: 2.
- DeGrandi, G. y Chen, Y. 2015. Nutrition, immunity and viral infections in honey bees. Current Opinion in Insect Science, 10: 170-176.
- Dietemann, V., Pflugfelder, J., Anderson, D., Charriere, J., Chejanovsky, N., Dainat, B., Miranda, J., Delaplane, K., Dillier, F., Gallmann, P., Gauthier, L., Imdorf, A., Koeniger, N., Kralj, J., Meikle, W., Pettis, J., Rosenkranz, P., Sammataro, D., Smith, D., Yamez, O. y Neumann, P. 2012. *Varroa destructor*: research avenues towards sustainable control. Journal of Apicultural Research, 51: 125-132.
- Eliash, N. y Mikheyev, A. 2020. *Varroa* mite evolution: a neglected aspect of worldwide bee collapses? Current Opinion in Insect Science, 39: 21-26.
- El-Seedi, H., Ahmed, H., El-Wahed, A., Saeed, A., Algethami, A., Attia, N., Guo, Z., Musharraf, S., Khatib, A., Alsharif, S., Al Naggat, Y., Khalifa, S. y Wang, K. 2022. Bee stressors from an Immunological perspective and strategies to improve bee health. Veterinary Sciences, 9:199.
- Encyclopaedia Britannica. 2021. Homeopathy. Consultado el 30 de junio de 2021, Disponible en: <https://www.britannica.com/science/homeopathy>.
- Evans, J. y Cook, S. 2018. Genetics and physiology of *Varroa destructor*. Current Opinion in Insect Science, 26: 130-135.

- Fernández de Landa, G., Iglesias, A., Brasesco, C., Corti, C., Cecchetto, F., Domínguez, E., Fernández, N., Fernández de Landa, M., Garrido, M., Mitton, G., Porrini, M., Ramos, F., Revainera, P., Sarlo, E., Marcangeli, J., Eguaras, M. y Maggi, M. 2023. Parasitism and bees: A review of basic concepts from an ecological perspective. *Journal of Entomological Society Argentine*, 82: 1-12.
- Galajda, R., Valencáková, A., Sucik, M. y Kandrácová, P. 2021. Nosema disease of European honey bees. *Journal of Fungi*, 7:714.
- Gilla, D. 2020. A review on prevention of diseases through homeopathy. *International Journal of Homeopathic Sciences*. 4:104-109.
- Gregorc, A., Domingues, C., Tutun, H. y Sevin, S., 2022. What has been done in the fight against *Varroa destructor*: from the past to the present. *Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi* , 69, 229-240.
- Gregorc, A. y Sampson, B. 2019. Diagnosis of varroa mite (*Varroa destructor*) and sustainable control in honey bee (*Apis mellifera*) Colonies: A Review. *Diversity*, 11: 243.
- Hyun, S., Mondet, F., Herve, M. y Mercer, A. 2018. Honey bees performing varroa sensitive hygiene remove the most mite-compromised bees from highly infested patches of brood. *Apidologie*, 49: 335-345.
- Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología (ICAT). 2018. Torreón Aspectos generales. Consulta: 11 de octubre de 2023. Disponible: <http://somi.ccadet.unam.mx/somi33/torreon.html>.
- Instituto Politécnico Nacional (IPN). 1996. Farmacopea Homeopática de los Estados Unidos Mexicanos. Primera Edición. México.
- Klein, S., Cabirol, A., Devaud, J., Barron, A. y Lihoreau, M. 2017. Why bees are so vulnerable to environmental stressors. *Trends in Ecology & Evolution*, 32: 4.
- Leska, A., Nowak, A., Nowak, I. y Górczynska, A. 2021. Effects of insecticides and microbiological contaminants on *Apis mellifera* Health. *Molecules*, 26: 5080.

- Mahmood, R., Abu, M., Fahim, M., Abdul, Z. y Yahya, M. 2021. Efficacy of naturally occurring chemicals for the integrated control of *Varroa destructor* (Anderson and Trueman) in honeybee colonies. *Pakistan Journal of Zoology*, 53: 1173-1176.
- Maldonado, A., Tenorio, L., Vazquez, Y., Villalobos, M., Velazquez, V., Ortega, C. y Valladares, B. 2017. Varroasis: enfoque ambiental y económico. Una revisión. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 18: 9.
- Manzano, J. 2020. Ciclo de vida de las abejas de la miel. Consulta: 04 de octubre de 2023. Disponible en: <https://www.ecocolmena.org/ciclo-de-vida-de-las-abejas/>.
- McMenemy, A. y Genersch, E. 2015. Honey bee colony losses and associated viruses. *Current Opinion in Insect Science*, 8: 121-129.
- Mejía, R. 2018. El viaje de la homeopatía en México. Apuntes sobre una historia extraordinaria. *La Homeopatía de México*, 88: 36-43.
- Mitton, G., Meroi, F., Cooley, H., Fernández, G., Eguaras, M., Ruffinengo, S. y Matías, M. 2022. More than sixty years living with *Varroa destructor*: a review of acaricide resistance, *International Journal of Pest Management*, DOI:10.1080/09670874.2022.2094489.
- Mondet, F., Beaufort, A., McAfee, A., Locke, B., Alaux, C., Blanchard, S., Danka, B. y Le Conte, Y. 2020. Honey bee survival mechanisms against the parasite *Varroa destructor*: A systematic review of phenotypic and genomic research efforts. *International Journal for Parasitology*, 50: 433-447.
- Moscatelli, F., Pietropaoli, M., Brocherel, G., Martini, A. y Formato, G. 2016. Phosphorus 30 CH to control *Varroa* population in *Apis mellifera* colonies. *European Journal of Integrative Medicine*, 8: 861-864.
- Mumoki, F., Abdullahi Y., Pirk, C. y Crewe, R. 2021. The biology of the cape honey bee, *Apis mellifera capensis* (Hymenoptera: Apidae): A review of thelytoky and its influence on social parasitism and worker reproduction. *Annals of the Entomological Society of America*, 114, 219-228.
- Nayak, D. y Varanasi R. 2020. Homeopathic nosodes, a neglected approach for epidemics: A critical review. *Indian Journal of Research in Homeopathy* 14: 129-

135 [En línea] Consultado el 1 de junio de 2021; Disponible en: <https://www.ijrh.org/text.asp?2020/14/2/129/285293>

- Noël, A., Le Conte, Y. 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: 45-57.
- Nowak, A. Szczuka, D. Górczynska, A., Motyl I. y Kregiel, D. 2021. Characterization of *Apis mellifera* gastrointestinal microbiota and lactic acid bacteria for honeybee protection—A review. Cells, 10: 701.
- Ochoa, M. 2018. Análisis sobre la homeopatía como ciencia o pseudociencia. Revista Archivo Médico de Camagüey, 22: 3.
- Olivares, E. 2012. Programa de análisis estadísticos (Versión 1.1). Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León, México.
- Peña, G., Toledo, E., Sotelo, C., Damián, P., Villanueva, A., Álvarez, P., Palemón, F. y Ortega, S. 2023. Presence and distribution of pests and diseases of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) in Mexico: a review. The European Zoological Journal, 90: 224-236.
- Proesmans, M., Gajda, A., Neumann, P., Paxton, R., Pioz, M., Polzin, C., Schweiger, O., Settele, J., Szentgyörgyi, H., Thulke, H. y Vanbergen, A. 2021. Pathways for novel epidemiology: Plant–pollinator–pathogen networks and global change. Trends in Ecology & Evolution, 36, 623-636.
- Ramsey, S., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J., Ellis, J., Hawthorne, D. y vanEngelsdorp, D. 2019. *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. PNAS, 116:5.
- Rangel, J. y Fisher, A. 2019. Factors affecting the reproductive health of honey bee (*Apis mellifera*) drones –A review. Apidologie. Vol. 50: 759-778.
- Reams, T. y Rangel, J. 2022. Understanding the enemy: A review of the genetics, behavior and chemical ecology of *Varroa destructor*, the parasitic mite of *Apis mellifera*. Journal of Insect Science, 22(1): 18; 1–10.

- Romo, A., Martínez, L., Molina, F., Acosta, C., Ríos, C., Ponce, A. y Rivera, R. 2016. Evaluation of oregano (*Lippiaberlandieri*) essential oil and entomopathogenic fungi for *Varroa destructor* control in colonies of honey bee, *Apis mellifera*. Southwestern Entomologist. Vol. 41, No. 4
- Secretaría de Desarrollo Rural (SADER). 2020. La apicultura en México. de Secretaría de Desarrollo Rural. Consultado el 30 de junio de 2021, Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-apicultura-en-mexico?idiom=es>
- Sanadhya YK, Sanadhya S, Sharma N, Jain SR, Aapaliya P. y Choudhary G. 2013. Homeopathy a compliment to dentistry: A review. International Journal of Oral Care Research, 1: 31-38.
- Sosenski, P. y Domínguez, C. 2018. El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. Revista Mexicana de Biodiversidad, 89: 961-970.
- Soto L., Elizarraras, R. y Muciño, I. 2017. Situación apícola en México y perspectiva de la producción de miel en el Estado de Veracruz. Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial, 3: 40-64.
- Sperandio, G., Simonetto A., Carnesecchi E., Costa, C., Hatjina F, Tosi S. y Gilioli, G. 2019. Beekeeping and honey bee colony health: A review and conceptualization of beekeeping management practices implemented in Europe. Science of the Total Environment, 696: 12.
- Steinhauer, N., Kulhanek, K., Antúnez, K., Human, H., Chantawannakul, P., Pierre, M. y vanEngelsdorp, D. 2018. Drivers of colony losses. Current Opinion in Insect Science, 26: 142-148.
- Tantillo, G., Bottaro, M., Di Pinto, A., Martella, V., Di Pinto, P. y Terio, V. 2015. Virus infections of honeybees *Apis mellifera*. Italian Journal of Food Safety, 4: 5364.
- Traynor, K., Mondet, F., Miranda, J., Techer, M., Kowallik, V., Oddie, M., Chantawannakul, P. y McAfee, A. 2020. *Varroa destructor*: a complex parasite, crippling honey bees worldwide. Trends in Parasitology, 36: 7.

- Trhlin, M J. y Rajchard, J. 2011. Chemical communication in the honeybee (*Apis mellifera* L.): a review. *Veterinarni Medicina*, 6, 265-273.
- Ullah, A., Tlak, I., Majoros, A., Ahmad, S., Khan, S., Kalimullah, Haleem, A., Nasir, M, Hussain, R., Ullah H., Hameed, M. y Ishtiaq, S. 2020. Viral impacts on honey bee populations: A review. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28: 523-530.
- Vilarem, C., Piou, V., Vogelweith, F. y Vétillard, A. 2021. *Varroa destructor* from the laboratory to the field: Control, biocontrol and IPM perspectives—A review. *Insects*, 12: 800.
- Vite, L. 2017. Informe sobre los escépticos científicos de la homeopatía en México. *La Homeopatía de México*, 86: 25-35.
- Waisse, S. Effects of homeopathic ligh dilutions on *in vitro* models: literature review. *Homeopathy Journal (São Paulo)* 80: 75-87.