

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL



Enfermedades y parásitos de las abejas (*Apis mellifera*)

Por:

Marian Hayde Vara Sedeño

MONOGRAFÍA

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Enfermedades y parásitos de las abejas (*Apis mellifera*)

Por:


Marian Hayde Vara Sedeño


MONOGRAFÍA

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


MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA


Aprobada por:


Dra. Ma. de los Angeles de Santiago
Miramontes
Presidente



Dr. Ramiro González Ávalos

Vocal


Dr. José Luis Reyes Carrillo
Vocal


Dr. Alan Sebastián Alvarado Espino

Vocal suplente


MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN REGIONAL DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL

Enfermedades y parásitos de las abejas (*Apis mellifera*)

Por:

Marian Hayde Vara Sedeño

MONOGRAFÍA

Presentado como requisito parcial para obtener el título de:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dra. Ma. de los Angeles de Santiago Miramontes
Asesor Principal



Dr. Ramiro González Ávalos
Coasesor



Dr. José Luis Reyes Carrillo
Coasesor



MC. José Luis Francisco Sandoval Elías
Coordinador de la División Regional de Ciencia Animal



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2025

AGRADECIMIENTOS

A mi Alma Terra Mater, por convertirse en mi segundo hogar, por darme educación y aprendizaje, brindándome la oportunidad de crecer y desarrollarme como profesional y persona.

A mis pilares de vida, mis padres Mirian Sedeño e Ildelfonso Vara, por todo su apoyo y sacrificio, sin duda sin ellos esto no sería posible. Les agradezco su perseverancia, amor, paciencia y consejos durante todos estos años. Siempre han estado para mí, han hecho posible mi crecimiento personal y profesional a través de su experiencia y sabiduría. Con todo el amor de mi ser les agradezco estar conmigo en cada paso de mi vida.

A la Dra. Ma. de los Angeles de Santiago Miramontes por guiarme en este proceso, por su confianza y disposición para apoyarme durante esta etapa. Le agradezco además por sus enseñanzas en el aula que han enriquecido mi conocimiento académico.

Al Dr. José Luis Reyes Carrillo por ser mi mentor y ejemplo en la apicultura, le agradezco la nobleza en cada una de sus enseñanzas que me han ayudado a crecer como apicultora, agradezco su disposición, paciencia, consejos y principalmente su apoyo durante mi estancia académica. Todo lo que me ha enseñado tiene un valor muy significativo profesionalmente como personalmente para mí.

Al Dr. Ramiro González Ávalos por haberme apoyado como guiado, le agradezco todos sus consejos y enseñanzas en el aula, los cuales han sido indispensables para este proceso.

A todos los docentes de la universidad, sin duda sus enseñanzas en clase han sido fundamental para mi formación profesional.

A Francisco Soto, por todo el amor que me brindó y sobre todo por ser mi compañía en este ciudad, por cada una de las cosas que hizo por mí, sin ellas este momento no hubiera sido posible.

A mi amiga Amarillis Ochoa, le agradezco profundamente su amistad desde el primer semestre hasta el último, sin ella mi trayectoria académica no hubiera sido igual. Valoro y aprecio inmensamente su amistad.

A mi amiga Gaby Ríos, por ser muchas veces un hogar pacífico para mí, por su nobleza y sencillez conmigo.

A mi hermana Xochilt, la cual es mi compañera de vida, mi fortaleza y mi mejor amiga. Le agradezco absolutamente todo su apoyo durante esta etapa, ha sido mi guía en la mayor parte de mi vida y siempre estaré eternamente agradecida con la vida por darme una hermana como ella.

A mi hermano Ismael, le agradezco sus consejos, sabiduría y experiencia, ha sido un ejemplo profesional al cual admiro y aprecio profundamente.

Al amor más sincero y puro que he tenido en mi vida, a mi Caramelito por acompañarme en cada sesión de estudio, me ha dado todo el amor y alegría que le faltaba a mi vida.

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi principal guía en mi vida, por iluminarme en cada etapa y darme la paz que necesito en mi vida.

A mis padres con todo el amor de mi ser les dedico mi empeño y trabajo, todo esto es gracias a ustedes. Los amo inmensamente, son mi admiración más grande y tesoro máspreciado en el mundo.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
RESUMEN	viii
1 INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
3 ENFERMEDADES DE LA CRÍA.....	3
3.1 Enfermedades bacterianas	3
3.1.1 Loque americana	3
3.1.2 Loque europea.....	5
3.2 Enfermedades micóticas	8
3.2.1 Cría de cal (ascosferosis).....	8
4 ENFERMEDADES DE ABEJA LA ADULTA	11
4.1 Enfermedades micóticas	11
4.1.1 Nosemosis	11
4.2 Enfermedades virales.....	15
4.2.1 Virus de las alas deformes (DWV)	15
4.2.2 Virus que afectan a las abejas	17
4.3 Enfermedades parasitarias	19
4.3.1 Varroosis.....	19
4.3.2 Pequeño escarabajo de la colmena (PEC).....	23

5 CONCLUSIÓN	27
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 a) Prueba positiva del palillo b) larva hundida formando una escama. Imagen de (López Uribe & Underwood, 2023)	4
Figura 2 a) Larvas infectadas con pérdida de su color blanco nacarada hasta volverse amarillas, opacas b) larvas infectadas convertirse en una masa suave color castaño sin ser fibrosa o viscosa. Imagen de (Formato, 2016).....	7
Figura 3 Larvas de abejas convertidas en momias. Imagen de (Albo & Reynaldi, 2010).....	9
Figura 4 Larvas en el panal afectadas con <i>A. apis</i> . Imagen de (Álvarez-Ramírez, Jiménez-González, Ortiz-Muñoz, Ruíz-García, & Orozco-Hernández, 2017)	10
Figura 5 Ciclo biológico de los microsporidios. Imagen de (Mehlhorn & Aspöck, 2008).....	13
Figura 6 a) Abeja sana comparada con b) Abeja infectada con DWV se observa disminución del tamaño, pérdida de la vellosidad y alteración de su pigmentación. Imagen de (González, 2024).....	16
Figura 7 Ciclo biológico de <i>V. destructor</i>	20
Figura 8 a) Abeja adulta y b) larva infectada con ácaro <i>V. destructor</i>	22
Figura 9 a) Vista dorsal y b) ventral del PEC. Imagen de (Ramírez & Calderón, 2018)	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Nivel de infestación de nosemosis. Modificado de (Caamal Castañeda, 2022).....	14
Tabla 2 Características de los virus. Modificado de (Barroso Arévalo, 2020).....	19

RESUMEN

La apicultura crece año tras año, sin embargo, las colmenas de abejas melíferas disminuyen su población debido al incremento de enfermedades a las cuales se enfrentan, lo cual frena su desarrollo y crecimiento. Existen diversas amenazas para el declive de las abejas, entre ellas el uso descontrolado de pesticidas tóxicos, contaminación por transgénicos, el alto crecimiento urbano como factores de estrés ambiental, éstos son solo algunos factores negativos para su desarrollo.

Aunque la presencia de patógenos es una de las principales causas de descenso de estos polinizadores. Las enfermedades más perjudiciales pueden ser de origen micótico (nosemosis, aspergilosis, cría de cal), viral (parálisis aguda-crónica, cría ensacada, DWV, SBV, IAPV), bacteriano (loque americana, loque europea), así como algunos parásitos como la varroosis que afecta a todas las etapas de la abeja, siendo considerada la mayor amenaza para la salud de las colmenas, además de causar grandes pérdidas económicas para la industria apícola, causando un gran impacto medio ambiental.

El presente trabajo conforma una revisión de literatura cuyo objetivo es recopilar, analizar y sistematizar información acerca de las principales enfermedades y parásitos de las abejas melíferas en etapa de cría y adulta.

Palabras clave: Patologías, Apicultura, *Apis mellifera* L., Ectoparásitos, Epidemiología

1 INTRODUCCIÓN

La abeja *Apis mellifera* es conocida por su capacidad de producción de miel y por los subproductos (jalea real, polen y apitoxina) que resultan beneficiosos para la salud, la industria farmacéutica, cosmetología y alimentaria (Sajid et al., 2020). Además, cumple un impacto favorable en el medio ambiente al ser la principal responsable de la polinización cruzada dependiente de cultivos agrícolas y para la producción de semillas híbridas, permitiendo aumentar el rendimiento de los frutos y su productividad (El-Nagar et al., 2011). Por lo menos el 80% de los principales cultivos dependen de la polinización de las abejas para la producción de frutos, esto por su facilidad de transporte y nivel de domesticación (Iwasaki & Hogendoorn, 2021; Klein et al., 2007). Tan solo para el año 2023 se reportaron 102 millones de colmenas existentes en el mundo con una producción de miel de 1,893,805.48 toneladas, siendo China el principal productor. Mientras que, México reportó 2,201,329 de colmenas con 58,033.18 t, posicionándose entre los 10 principales productores de miel en el mundo. Otros subproductos como la cera de abeja su producción mundial fue de 65,036.43 kg en el mismo año, de los cuales 1,360 kg provienen de México (FAOSTAT, 2025).

Por lo anterior, la apicultura tiene importancia económica y ambiental, pero en los últimos años se ha vuelto vulnerada por diferentes factores, por ejemplo, el uso de pesticidas en la actividad agrícola, la deforestación, el calentamiento global, el crecimiento de zonas urbanas, así como el incremento en el robo de colmenas causando altas tasas de mortalidad en las abejas, pero el principal factor son las enfermedades y plagas que las afectan. Se han clasificado en enfermedades de las abejas adultas y enfermedades de la cría. Por ejemplo, el ácaro de la varroa, el pequeño escarabajo de la colmena, loque americana, loque europea, cría ensacada, nosemosis, aspergilosis, virus de las alas deformes, entre otras. (Meirelles et al., 2020). El parasitismo por el ácaro de la varroa es una de las amenazas más peligrosas para la salud de las colmenas, actúa como vector de distintos enfermedades de origen viral (ARN), además provoca grandes pérdidas económicas en la apicultura y en la polinización, disminuye considerablemente la población de la colmena o bien conduce a la muerte de la misma (Huamán & Silva,

2020). Incluso aquellas colmenas infestadas con este ácaro tienen una probabilidad más alta de presentar nosemosis, ésta, es una enfermedad diseminada por todo el mundo, de origen fúngico por *Nosema apis* y *Nosema ceranae* (Calderón-Fallas & Moreno-Morales, 2022). Existen enfermedades que solo afectan a las abejas durante su estado larval, como es caso de Loque americana. Es una de las enfermedades más infecciosas, ya que tiene un alto grado de virulencia y patogenicidad, en estas enfermedades las abejas adultas solo actúan como portadoras asintomáticas pasivas o activas (Borracci et al., 2004).

Según el ACUERDO mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos, el médico veterinario encargado deberá notificarlo ante el SINAVE. Se clasifican por grupos, donde el primero se conforma por las enfermedades y plagas exóticas no presentes en México o que han sido erradicadas, pero se diseminan rápidamente, en el grupo 2 enfermedades y plagas endémicas transmisibles con consecuencias representativas en la producción pecuaria o acuícola y en grupo 3 enfermedades y plagas vigentes en México consideradas como endémicas, sin actuar como un alto riesgo epidemiológico (DOF, 2018).

Cuando una colmena está enferma impacta en el microbiota intestinal de las abejas, a su vez suprime su sistema inmunológico y causa cambios en su comportamiento (Cabana et al., 2021). Para combatir y controlar estas enfermedades en el mercado encontramos acaricidas, fungicidas o plaguicidas, pero en los últimos años se ha presentado una fuerte resistencia a estos medicamentos, contaminación de miel y subproductos por su uso indiscriminado. Por lo que se ha visto la necesidad de buscar alternativas naturales para combatirlas, desde la selección de colmenas con buen comportamiento higiénico, éstas disminuyen la infestación del ácaro de la varroa por ejemplo, acciones de aseo dentro de la colmena, o bien, el uso de aceites esenciales como el aceite esencial de molle, lavanda, laurel, timol y el ácido oxálico (Airahuacho & Rubina, 2021; Neira et al., 2004).

2 REVISIÓN DE LITERATURA

3 ENFERMEDADES DE LA CRÍA

3.1 Enfermedades bacterianas

3.1.1 Loque americana

La loque americana (LA) se considera una de las enfermedades más peligrosas y graves distribuida a nivel mundial, a menudo conduce al colapso de la colonia. Es causada por una bacteria esporulada Gram positiva flagelada *Paenibacillus larvae*. Sus esporas son resistentes a la radiación UV, agentes químicos y al calor (hasta 100°C por 30 minutos), además perdura su capacidad patógena por períodos de tiempo muy largos. Afecta solo a la cría de abeja, pero las abejas adultas actúan como vectores de las esporas transportando elevadas cantidades en su tracto digestivo actuando como individuos asintomáticos (Alippi et al., 2013). Dentro del ACUERDO mediante el cual se dan a conocer en México las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de los animales terrestres y acuáticos, se encuentra en el grupo 3 siendo de notificación mensual obligatoria (DOF, 2018).

La principal vía de transmisión y propagación de las esporas es a través de las abejas pecoreadoras y pilladoras infectadas de otra colmena, ellas transportan en sus buches melarios las esporas hacia una colmena sana. Otros menos comunes es por intercambio de material contaminado, herramientas apícolas o marcos con panales infectados, alimentación con miel contaminada e introducción de reinas procedentes de colmenas infectadas (Ebeling et al., 2016).

Una vez que una abeja nodriza infectada alimenta a la cría comienza la infección al ingerir las esporas, después comienzan a desarrollarse dentro del intestino. Generalmente inicia en larvas de 36 horas de vida o menos, la larva continúa con su desarrollo y crece hasta pupa, pero en esa etapa muere, convirtiéndose en una sustancia viscosa y pegajosa de color marrón oscuro capaz de estirarse 2.5 cm aproximadamente, la cual es la principal característica para su diagnóstico. Debido a la humedad y temperatura en el interior de la colmena se convierte en una escama seca pegada hacia un lado de la celda, contiene gran cantidad de esporas, esto proceso ocurre después de 10-12 días de ser infectada la larva (De Groot et al., 2018; Genersch et al., 2010).

El apicultor debe prestar atención a los signos de la enfermedad, cuando en el marco hay presencia de cría irregular con cría operculada hundida junto con celdas abiertas con larvas de color grisáceo, marrón a negro o bien larvas secas adheridas a la pared de la celda se trata de LA. La prueba de campo para su diagnóstico consiste en introducir un palillo de madera en una celda con larvas infectadas muertas, si al estirar el palillo con la muestra se forma un filamento largo de 2.5 cm aproximadamente de largo o más, goteante y pegajoso es positivo a *Paenibacillus larvae*. Se pueden realizar pruebas de laboratorio para confirmar el diagnóstico como cultivos, frotis con la cría afectada, microscopía, técnicas de interacción antígeno-anticuerpo, entre otras (Caisabanda Masaquiza, 2019).

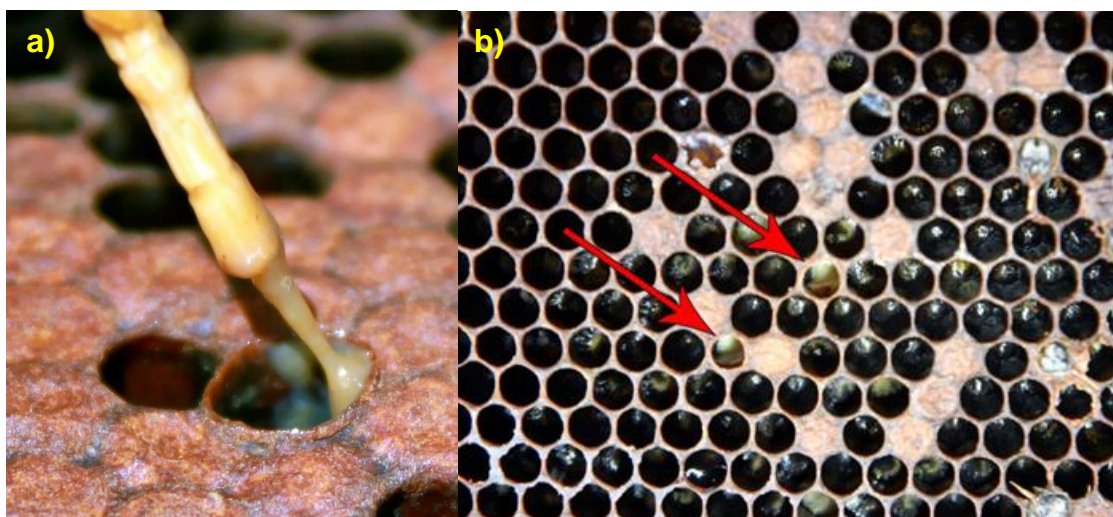


Figura 1 a) Prueba positiva del palillo b) larva hundida formando una escama.
Imagen de (López Uribe & Underwood, 2023)

Cuando se detecta LA en un apiario es muy complejo erradicarla por completo, por lo que para su control se debe eliminar toda la población de abejas quemando los marcos infectados, esto por ser una enfermedad altamente infecciosa, una vez eliminada el material podría recuperarse pero solo bajo métodos de desinfección como la esterilización por radiación gamma, desinfección con óxido de etileno, hipoclorito de sodio o soda cáustica y la inmersión en parafina (Alippi et al., 2013). Muchos apicultores prefieren un método de control químico ya que la pérdida total de la colmena representa una gran pérdida económica, en este caso se opta por medicamentos como la tetraciclina, sin embargo, este producto solo elimina las formas vegetativas terminando con los síntomas, pero no con las esporas, las

cuales son el verdadero problema. En Estados Unidos de América se usa además clorhidrato de oxitetraciclina. Recientemente se han probado con éxito la lincomicina y tilosina (Alippi et al., 2013; Bulson et al., 2021).

El uso constante y excesivo de cualquiera de estos antibióticos a largo plazo afecta el microbioma intestinal de las abejas, disminuyendo el crecimiento como productividad comercial de la colmena, reduciendo la respuesta inmune, aumentando la mortalidad de esta y generando resistencia a los antibióticos. Por lo que es importante minimizar lo más posible la duración, exposición e intensidad del tratamiento con antibióticos (Bulson et al., 2021). Debido a estos inconvenientes es importante la estrategia de técnicas alternativas para la prevención y control de LA, como lo es la aplicación de bacterias ácido lácticas en probióticos, del género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, especialmente la cepa de *Lactobacillus plantarum* administrada por vía oral a las abejas ha mostrado efectividad para el control de esta enfermedad (Pietropaoli et al., 2022). Las especies *L. apis*, *L. panisapium* y *L. melliventris* también han mostrado actividad antimicrobiana contra el patógeno de LA (Truong et al., 2023). El uso de aceites esenciales que presentan actividad antimicrobiana como el de timol obtenido a partir de tomillo (*Tymus vulgaris*) representa otra alternativa natural sin causar daños en las abejas (Kačániová et al., 2020).

3.1.2 Loque europea

La loque europea (LE) es provocada por el agente etiológico correspondiente a *Melissococcus plutonius*, es Gram positiva no esporulada y solo afecta a la cría abierta (Cepero Rodríguez, 2016).

Se encuentra distribuida a nivel mundial, en la mayoría de los países donde se reporta se deben tomar acciones preventivas y de control, donde las colonias infectadas se sujetan a medidas estrictas de sanidad como desinfección de todo el equipo apícola, impedimento de transporte de colonias para polinización y en algunas ocasiones destrucción de colonias infectadas, entre otros. Provoca una disminución de la miel (Grossar et al., 2020). Es de notificación mensual obligatoria con conformidad al ACUERDO mediante el cual se dan a conocer en México las

enfermedades y plagas exóticas y endémicas de los animales terrestres y acuáticos, se clasifica en el grupo 3 (DOF, 2018).

Cuando en una colmena existe una alta infección por este patógeno, la mayor parte de la cría de abejas estará infectada impidiendo una nueva generación de abejas sanas necesarias para las tareas de la colmena, por consecuente habrá un descenso en la población de abejas condenándola al colapso (Boelens, 2022).

Aunque solo afecta a las larvas, las abejas adultas se contagian al eliminar las larvas muertas, así funcionan como portadores de *Melissococcus plutonius*, provocando la transmisión del patógeno al resto de la colmena (Belloy et al., 2007). El contagio sucede cuando una abeja nodriza alimenta con jalea real a una larva infectada y en su boca se quedan las células de la bacteria, después esta misma abeja alimentará otra larva y por lo tanto la contaminará de la enfermedad. Esta bacteria solo puede proliferar después del 3er día de vida del huevo, una vez que la alimentación cambie de jalea real a miel. Aunque si una larva infectada se desarrolla a pupa y logra opercular ya no estará infectada, esa es una diferencia de la LA, en la LE no hay pupas afectadas, no huele mal ni suele afectar a una alta cantidad de larvas (Gómez Pajuelo, 2022).

Después de que una larva es contaminada, las células bacterianas viajan al intestino medio, comenzando a desarrollarse en el lumen del intestino. En este momento no se presentan síntomas, pero 5 días más tarde el intestino se encuentra lleno de bacterias causando la lisis de la membrana peritrófica, colonizando todo el intestino. Finalmente, las larvas mueren, algunas larvas que llegan a opercularse, superan la enfermedad con nacimiento de abejas normales, aunque algunas veces son de un tamaño pequeño (Cepero Rodríguez, 2016).

La presencia de LE está relacionada a una mala nutrición, por colmenas localizadas en una zona de polen pobre donde no logran cumplir sus requerimientos nutricionales, se corrige moviendo a las colmenas a otra zona de floración o compensando con alimentación artificial para cubrir sus necesidades. Generalmente es una enfermedad de corta duración y baja incidencia, cuando las condiciones ambientales vuelven a ser favorables, aumenta la población de abejas y la enfermedad desaparece (Gómez Pajuelo, 2022). Por consiguiente, la

suplementación con torta proteica en la época de escases supone una herramienta valiosa para combatir esta enfermedad, funciona con otras patologías comunes como loque americana y varroosis. La suplementación fortalece las colonias, ayudando a conservar la población de abejas durante la época crítica para las colonias, también se recomienda la suplementación antes del período de cosecha (Avilés Rendon, 2019).

Algunas características sobre la presencia de esta enfermedad abarcan: larvas con olor a vinagre, pérdida de la forma de “C” y sin la segmentación del cuerpo con un cambio de color de blanco perlado hasta con coloración marrón o amarillo, la mayoría serán removidas por las abejas nodrizas pero aquellas que no lo sean, morirán transformándose en una masa líquida de color amarillo o marrón, al poco tiempo se secan convirtiéndose en una escama color marrón oscuro que se puede retirar fácilmente de la celda, esto sucede muy poco antes de ser operculadas (Ccahuana & Barrientos, 2017; Tibatá Rodríguez, 2016).



Figura 2 a) Larvas infectadas con pérdida de su color blanco nacarada hasta volverse amarillas, opacas b) larvas infectadas convertirse en una masa suave color castaño sin ser fibrosa o viscosa. Imagen de (Formato, 2016).

Se conoce una prueba de campo que muestra efectividad de 90%. Se necesita 2 gotas de leche descremada por cada larva enferma, se coloca en un envase la leche junto con la muestra de la larva, si la leche se coagula con grumos en un tiempo de un minuto y medio a cinco minutos, la muestra es positivo a loque europea. Las pruebas diagnósticas de laboratorio para LE son el cultivo bacteriológico en medios específicos, frotis con la cría afectada y PCR (Caisabanda Masaquiza, 2019; Ccahuana & Barrientos, 2017).

Al ser una enfermedad de baja incidencia y que normalmente desaparece cuando las condiciones ambientales mejoran, no existe un medicamento específico para su uso, sin embargo, en algunos casos se puede utilizar oxitetraciclina al igual que en la LA, pero este medicamento puede dejar residuos en la miel y en algunos países no está autorizada para su uso. Se recomienda la implementación de medidas preventivas, reforzamiento con panales de cría sanos y nuevos a las colmenas enfermas o en caso graves realizar el cambio de la reina por la de una estirpe higiénica (Molina Pardo et al., 2012).

3.2 Enfermedades micóticas

3.2.1 Cría de cal (ascosferosis)

Se conoce además como cría de calcárea o cría yesificada, es una enfermedad factorial fúngica distribuida a nivel mundial en la apicultura. *Ascosphaera apis* es el agente causal responsable, solo afecta a las larvas y pupas de abejas donde las abejas adultas actúan como transportadores y diseminadores. Reduce la producción de miel y la población de la colmena, se presenta principalmente en la época de primavera y otoño causada por enfriamiento o estrés de la cría, deficiencias en el aporte de polen o desequilibrio en la proporción nodriza/cría, ventilación inadecuada dentro de la colonia, colonias débiles (Padilla et al., 2014; Tejerina et al., 2019). Exceso de humedad en el ambiente, cambios repentinos de temperatura en la colmena, mala nutrición de las abejas nodrizas, envenenamiento por pesticidas, infecciones bacterianas o virales y el ectoparásito *V. destructor* son otros factores que pueden aumentar su gravedad e incidencia. Las larvas de abejas se muestran más propensas a *A. apis* cuando la temperatura interna ideal de la colmena baja hasta 32-35°C (Castagnino et al., 2020).



Figura 3 Larvas de abejas convertidas en momias. Imagen de (Albo & Reynaldi, 2010)

Una vez que se presentan las condiciones predisponentes y las larvas se infectan por ingerir alimento contaminado de esporas por medio de las abejas nodrizas, el hongo prolifera en el tracto digestivo de la larva. Aprovechando que se encuentra en una etapa de metamorfosis, las esporas de *A. apis* germinan dentro del intestino medio posterior y sus hifas penetran las células epiteliales y la membrana basal y el micelio invade el hemocoele. El hongo se extiende por todos los órganos provocando la muerte en el día 3 y en la superficie del cuerpo se aprecia una apariencia de momia, además ahí se produce la nueva generación de esporas (Padilla et al., 2014; von Knoblauch et al., 2024).

Para su diagnóstico es suficiente con la observación de algunas alarmas en la colmena como la presencia de cría irregular (celdas vacías) y crías momificadas endurecidas en etapa pupal, con un color blanco o hasta negro dentro de las celdas en el panal. Tendrán una apariencia de algodón ya que están recubiertas por el micelio blanco del hongo, además de estar duras, quebradizas y secas (Castagnino et al., 2020). Inicialmente el color de las larvas muertas es blanco representando a las larvas más jóvenes, posteriormente con el paso del tiempo se tornan de color gris y por último negro cuando se crean los cuerpos fructíferos que generaran esporas, la tonalidad depende del crecimiento de los micelios. Otras pruebas de diagnóstico abarcan desde un cultivo microbiológico, Identificación bioquímica y

molecular por parejas de cebadores hasta pruebas de apareamiento con dos cepas de referencia (AFSEF 7405 Y ARSEF 7406) (Cepero Rodríguez, 2016).



Figura 4 Larvas en el panal afectadas con *A. apis*. Imagen de (Álvarez-Ramírez, Jiménez-González, Ortiz-Muñoz, Ruíz-García, & Orozco-Hernández, 2017)

No existe programa eficaz para reducir el impacto de la enfermedad, pero se recomienda la selección genética de colmenas con un alto comportamiento higiénico capaz de detectar, remover y eliminar cría infectada reduciendo su susceptibilidad a la enfermedad. Además del uso de productos naturales a base de aceites esenciales de plantas, propóleos, lisozima-HCl, el último es un compuesto a base de clara de huevo de gallina con propiedades antimicrobianas (Castagnino et al., 2020; Van Haga et al., 2012).

La eliminación del patógeno se basa en medidas de manejo y prevención, entre ellas cambiar la reina anualmente, reemplazar los marcos infectados o cada 2-3 años con cera estampada nueva para promover la puesta de la reina de cría nueva y sana, para incrementar la población de abejas. De igual manera desinfectar el material y/o equipo apícola inmediatamente después de manipular una colmena infectada, además aquellas que muestren signos de la enfermedad deberán ser manipuladas al último para evitar la contaminación hacia otras colmenas (Berry & Delaplane, 2001). Algunos de los aceites esenciales altamente efectivos contra este hongo son: aceite de *Armoracia rusticana*, *Cymbopogon flexuosus*, *Thymus vulgaris*, *Tagetes minuta*, aceite de menta de montaña, aceite de semilla de

zanahoria, aceite de Kala Bhangra, aceite de semilla de comino, aceite de menta, aceite de clavo, aceite de babuna, aceite de hierbabuena y el aceite de hoja de betel (Ansari et al., 2017; Boudegga et al., 2010).

En el caso de ascosferosis las bacterias lácticas (LAB) pertenecientes al microbiota intestinal de las abejas han mostrado actividad fúngica, como el caso de cepas de *Lactobacillus kunkeei*. Estas cepas son eficaces para suministrarse en jarabe probiótico, restaurar las comunidades simbióticas del intestino cuando existe un desequilibrio, así mismo tiene acción profiláctica contra este hongo (Iorizzo et al., 2020).

4 ENFERMEDADES DE ABEJA LA ADULTA

4.1 Enfermedades micóticas

4.1.1 Nosemosis

Este hongo se encuentra distribuido por todo el mundo provocando grandes pérdidas económicas, afecta a las abejas obreras, zánganos y reinas. Los microsporidios, *Nosema apis* y *Nosema ceranae* son los microorganismos causantes de la enfermedad, ambas generan esporas que diseminan la enfermedad. Comparten similitudes en su genética y morfología pero su sintomatología es diferente, por lo que clasifica como Nosemosis tipo A (*N. apis*) y Nosemosis tipo C (*N. ceranae*) (Calderón-Fallas & Moreno-Morales, 2022). Dentro del ACUERDO mediante el cual se dan a conocer en México las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de los animales terrestres y acuáticos, se encuentra en el grupo 3 siendo de notificación mensual obligatoria (DOF, 2018).

La interacción entre abejas de diferentes especies es una fuente de propagación de patógenos, como es el caso de *V. destructor* donde la abeja *A. cerana* transmitió el ácaro hacia *A. mellifera*, por lo que se cree que esa misma interacción tiene relación con el ingreso de *N. ceranae* hacia la abeja melífera (Goblirsch, 2018).

El contagio se realiza por la transmisión de esporas, cuando las abejas obreras ingieren alimentos contaminados con materia fecal o por trofalaxia tienen contacto directo con las antenas y lenguas de las abejas enfermas, volviéndose un ciclo donde abejas infectadas contagian a abejas sanas. Otro medio de contagio es mediante la limpieza de la colmena y panales que realizan las abejas obreras. Una

vez que se consumen las esporas, viajan hasta el tubo digestivo, germinando en el ventrículo del sistema digestivo. Estos hongos contienen dos membranas confiriéndoles resistencia a factores ambientales adversos (Cali & Takvorian, 2014). Al cabo de tres días después de infectar a las abejas con *N. ceranae* o *N. apis* las esporas maduras empiezan a desarrollarse en altas cantidades, en consecuencia las células infectadas con una alta cantidad de esporas acaban destruyéndose, con ello se liberan hacia el tubo digestivo y finalmente se expulsan por las heces, siendo este un foco de contagio (Higes et al., 2009).

N. apis desencadena decrecimiento de la población de abejas adultas como de la cría, menor longevidad de las abejas obreras, disminuye la producción de miel como de jalea real y en algunos casos puede llegar a perderse la colmena por completo (Chihu et al., 2013; Emsen et al., 2020). Existe una relación sobre la cantidad de esporas de este hongo con la precipitación, humedad y temperatura. La infección puede verse aumentada con lluvias persistentes, alta humedad en ambiente y temperaturas frías, también los apiarios localizados en ubicación muy húmedas con exceso de sombra, presentan mayor cantidad de esporas posiblemente al hacinamiento de las abejas además que durante estas condiciones las abejas defecan dentro de la colmena convirtiendo la tarea de eliminar a la enfermedad más difícil (Calderón-Fallas & Moreno-Morales, 2022). La trashumancia es un factor que aumenta la infección, por lo que se recomienda que durante el comienzo de la primavera evitar una manipulación excesiva de las colmenas hasta que el clima sea adecuado para su movimiento (Cepero Rodríguez, 2016).

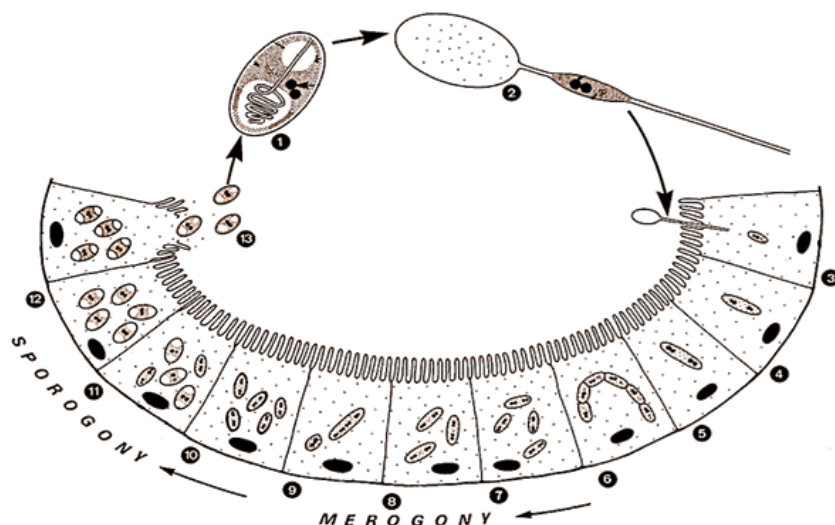


Figura 5 Ciclo biológico de los microsporidios. Imagen de (Mehlhorn & Aspöck, 2008)

Las abejas infectadas por Nosemosis tipo A presentan cuadros clínicos poco recurrentes y en condiciones específicas del ambiente, presentan; deposiciones diarreicas de color café sobre los bastidores y piquera, abdomen hinchado, dificultad motora, pérdida del pelo del tórax y se ven brillantes, se arrastran alrededor de la piquera ya que no pueden volar por la compresión de los sacos aéreos abdominales, además de la sustitución espontánea de la abeja reina en primavera. En las abejas reinas causa esterilidad debido a una atrofia de las ovariolas (Cepero Rodríguez, 2016; Chihu et al., 2013). Mientras que la Nosemosis tipo C tiene un efecto letal sobre las abejas. Presenta una fase larga asintomática antes de llevarlas al síndrome del colapso de la colmena (Higes et al., 2009).

En el campo los apicultores para el diagnóstico se basan en la observación de los signos clínicos de la colmena. Para determinar el nivel de infestación con un mortero de porcelana se maceran 20 abdómenes de abejas en 10ml de agua estéril, en un hemocitómetro se coloca una porción de la muestra y se cuantifican las esporas a través de un microscopio óptico. Finalmente, con la fórmula: número de esporas por abeja= volumen de agua destilada * número de esporas por cuadrante/volumen por cada campo, se obtiene el nivel de infestación (Martínez Puc et al., 2022).

Se confirma la presencia de esporas mediante PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) (das Neves et al., 2023).

La aplicación de algún tratamiento se emplea cuando la infección es mayor a 1,000,000 esporas/abeja (Emsen et al., 2020). Se utiliza fumagilina (bicicloheximilamonio fumagilina) para el tratamiento como control de esta enfermedad, se trata de un antibiótico a base de un hongo *Aspergillus fumigatus*, solo ejerce actividad sobre la forma vegetativa dentro de las células del epitelio ventricular (capa de células que recubre al intestino) lo que ayuda a la reepitelización de las zonas afectadas del tracto digestivo (McCallum et al., 2020). Recientemente el uso de este medicamento ha reportado efectos colaterales en las abejas como en humanos, por lo que está restringido en muchos países (El-Sayed et al., 2024).

Tabla 1 Nivel de infestación de nosemosis. Modificado de (Caamal Castañeda, 2022)

Nivel de infección	No. esporas (millones) por abeja
Nula	<0.01
Muy ligera	0.01 – 1.00
Ligera	1.00 – 5.00
Regular	5.00 - 10.00
Semisevera	10.00 – 20.00
Severa	>20.00

Además su uso de manera incorrecto y prolongado provocó una resistencia al medicamento, también puede llegar a causar problemas de residuos en la miel, por lo que el uso de fitoquímicos se vuelve una alternativa para su control, algunos aceites esenciales como *S. hortensis* y *L. junelliana* son seguros para su uso sin presentar riesgos al ser aplicados solo durante 10 días (Lagos, 2020). El aceite esencial de vetiver (*Chrysopogon zizanioides*) y el AE de timol obtenido a partir de tomillo (*Thymus vulgaris*) aplicado en un jarabe de azúcar en una concentración de 0.44mM, así como el resveratrol (polifenol natural) muestran resultados positivos para su uso en el control de la enfermedad, disminuyendo las cantidades de esporas

en la colonia, aumentando la población de abejas adultas y la cría como incremento en la producción de miel. El timol es una de las alternativas naturales más usadas por su gran eficacia contra nosemosis (Yücel & Doğaroğlu, 2005).

4.2 Enfermedades virales

4.2.1 Virus de las alas deformes (DWV)

En la actualidad se ha reportado un incremento en el número de virus que afectan a las abejas melíferas, son virus de ARN y uno de ellos es el virus de las alas deformes (DWV), afecta en todas las etapas de las abejas desde larvas hasta adultas. Es uno de los más distribuidos a nivel mundial, se ha favorecido por la globalización para diseminarse y lograr infectar nuevas especies hasta llegar a la abeja melífera. Se encuentra relacionado con el síndrome del colapso de la colmena y otras enfermedades (Beaurepaire et al., 2020).

Las colmenas con este virus muestran altas tasas de mortalidad, está asociado directamente con el ácaro *V. destructor*, al ser vector. El ácaro transmite DWV a las abejas al alimentarse de los cuerpos grasos de las abejas y al inyectarles las partículas virales en la hemolinfa, esto provoca estrés en las abejas, en consecuencia, causa una menor actividad inmunológica, minimizando las barreras de defensa antiviral e incrementando rápidamente el desarrollo de DWV. Posteriormente se manifiestan algunos signos clínicos, generalmente hay una elevada concentración del virus en la colmena durante el periodo pupal de las abejas infectadas con varroa (Locke et al., 2017; Nazzi & Pennacchio, 2018). Se incluye en menor medida la transmisión por vía oral-fecal, por alimentos contaminados y trofalaxia, asimismo de manera vertical por la abeja reina, ya que este virus infecta sus tejidos ováricos diseminándose en los huevos antes de la oviposición (Yañez et al., 2020).

Cuando no hay una alta carga viral, la infección es asintomática pero genera un desgaste energético en las abejas y aumenta la mortalidad de abejas obreras, con el tiempo deteriora la salud de la colmena, conduciéndola al colapso de la misma, pero si ésta se encuentra en buen estado de nutrición, sanidad y población no genera daños graves (Barroso Arévalo, 2020; González, 2024).

En cambio, cuando existe una alta carga viral el signo principal es la aparición de abejas con deformidades en las alas con aspecto arrugado, disminución de la longevidad de las abejas, altas cantidades de pupas muertas, abdomen hinchado y decolorado (Brettell et al., 2017; González, 2024).

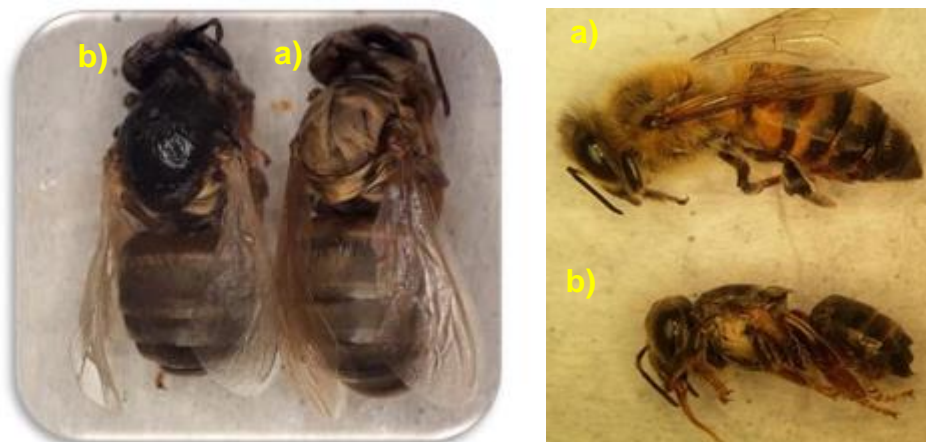


Figura 6 a) Abeja sana comparada con b) Abeja infectada con DWV se observa disminución del tamaño, pérdida de la velloosidad y alteración de su pigmentación. Imagen de (González, 2024)

Estudios recientes han mostrado el beneficio de las bacterias lácticas, principalmente el género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, usado como probióticos en las abejas, los cuales estimulan el sistema inmunológico, por lo tanto, incrementan las defensas antivirales. Además, a una dosis de 60,000 UFC las bacterias lácticas son capaces de disminuir la carga viral y alargar la sobrevivencia de las abejas infectadas con DWV (Salamanca Loyola, 2024).

El diagnóstico del DWV se puede determinar al observar la sintomatología y el signo característico de las alas deformes en las abejas. El PCR de transcripción inversa (RT-PCR) o RT-PCR en tiempo real son las pruebas diagnósticas de laboratorio más útiles para la detección del virus (González, 2024)

Debido a que el ácaro es el vector de esta enfermedad, se debe llevar un control del nivel de infestación de varroa con acaricidas o aceites esenciales, para así minimizar la presencia de DWV en las colmenas al limitar el crecimiento del virus y por ende reducir el declive de las colmenas (Locke et al., 2017).

Los antivirales actúan bloqueando el mecanismo de multiplicación y dispersión viral, aunque su disponibilidad se limita a Estados Unidos de América e Israel, por lo que

su tratamiento se basa en medidas de control como: manejo a tiempo de otras enfermedades, control de la población de *V. destructor*, colmenas con una nutrición óptima, cambio anual de reinas, con el objetivo de tener abejas con un buen sistema inmunológico que pueda responder y combatir oportunamente las infecciones virales (Salina et al., 2023).

4.2.2 Virus que afectan a las abejas

Existen cerca de 70 virus de ARN que atacan a las abejas melíferas en la actualidad, tienen la capacidad de afectar a las abejas en cualquiera de sus etapas de desarrollo. Entre los más distribuidos están: virus de la cría ensacada (SBV), virus de las alas deformes (DWV), virus de la parálisis crónica de las abejas (CBPV), virus de la parálisis aguda de las abejas (ABPV) virus de la parálisis aguda israelí (IAPV) y virus de la celda real negra (BQCV). Estos virus son además patógenos de múltiples hospedadores, siendo un importante riesgo para la apicultura y la polinización (Beaurepaire et al., 2020; Salina et al., 2021). La relación entre los virus y el vector *V. destructor* se clasifica como una de las primeras causas de descenso de colmenas al año en todo el mundo (Annoscia et al., 2019). Siendo este mismo ácaro el principal vector biológico y mecánico de algunos virus como el virus de DWV, IAPV, ABPV, virus de la abeja de Cachemira (KBV) y CBPV (Salina et al., 2021).

La transmisión de los virus sucede por dos vías, la transmisión vertical y horizontal, en la vertical los virus son transmitidos por la madre a su descendencia por los huevos (transovárica). La horizontal a su vez se clasifica en directa o indirecta, en la primera el patógeno se transmite de un huésped enfermo a uno sano por medio de vía aérea, infección venérea o por alimentos, mientras que en la indirecta se da a través de un vector biológico o físico, el cual contrae y transmite el virus, como es el caso de *V. destructor* (Tantillo et al., 2015).

Representan una de las mayores amenazas para la apicultura porque no presentan signos clínicos en las abejas, quedándose de manera silenciosa y oculta en la colmena pero ocasionando junto con otros factores de estrés pérdidas importantes en las colmenas, a menos que exista una alta cantidad de partículas virales que

infecte a las abejas, se presentarán signos y podrán ser tratadas a tiempo (Salina et al., 2023).

El ABPV se considera uno de los virus más virulentos, con tan solo 100 o menos partículas virales es capaz de infectar a múltiples huéspedes provocando su muerte a los pocos días. Su presencia se ve aumentada a finales de verano y aunque está distribuido en todo el mundo, se ve con más frecuencia en Norte América y Europa. Se caracteriza por parálisis de las extremidades y alas, ataxia y/o debilidad (Araos Jerez, 2022; Ávalos Valenzuela, 2018).

El SBV afecta a las larvas de 2 días, donde las abejas adultas juegan un papel como transmisores del virus a las larvas mientras las alimentan, las abejas nodrizas se contaminan al quitar las larvas muertas infectadas de la celda. La principal característica de este virus es que, al desarrollarse el virus, las larvas se transforman en una coloración amarillo pálido, mientras el virus continua con su desarrollo, le impide a la larva convertirse en pupa ya que causa engrosamiento de su piel, finalmente las larvas quedan envueltas en un saco lleno de líquido, lo cual distingue a esta enfermedad (Ferrufino, 2023).

El CBPV genera una alta mortalidad de abejas adultas, se muestra como: parálisis, abdomen hinchado, ataxia, abejas negras sin pelo con abdómenes muy cortos e impide que las abejas vuelen haciendo que se arrastren por el suelo (Dittes et al., 2020).

Mientras que el IAPV ocasiona parálisis aguda en las extremidades y abdomen, caracterizado por el tórax alopécico y oscurecido. El SBV y BQCV provocan necrosis de las larvas, el primero de larvas de reinas y obreras, mientras que el segundo solo de reinas junto con la muerte de abejas adultas con una gran cantidad de partículas virales (Ávalos Valenzuela, 2018).

Identificar a través de los signos expresados suele ser lo más común, por medio de una evaluación rápida y específica se puede determinar la presencia de alguno de estos virus, aunque si se requiere un diagnóstico confiable se recurre a pruebas de laboratorio como RT-PCR, microscopia electrónica, ELISA, ensayos in vivo, inmunodifusión en gel de agarosa (AGID) o perfil proteico (Barroso Arévalo, 2020).

Dado que no existe un tratamiento específico para este tipo de patologías se recomiendan medidas como el reemplazo anual de reina, control de varroa y nosemosis como de otras enfermedades que se presenten en el apiario (Dittes et al., 2020).

Tabla 2 Características de los virus. Modificado de (Barroso Arévalo, 2020)

VIRUS	ABREVIATURA	TAXONOMÍA	Etapas en la que afecta
Virus de la cría ensacada	SBV	<i>Iflaviridae</i>	Pupas operculadas
Virus de las alas deformes	DWV	<i>Iflaviridae</i>	Pupas, larvas y adultas
Virus de la parálisis crónica de las abejas	CBPV	Sin clasificar	Adultas (ocasionalmente larvas)
Virus de la parálisis aguda de las abejas	ABPV	<i>Dicistroviridae</i>	Adultas (afecta ocasionalmente larvas y pupas)
Virus de la parálisis aguda israelí	IAPV	<i>Dicistroviridae</i>	Adultas (afecta ocasionalmente larvas y pupas)
Virus de la celda real negra	BQCV	<i>Dicistroviridae</i>	Pupas de reinas

4.3 Enfermedades parasitarias

4.3.1 Varroosis

El ácaro *Varroa destructor* comprende uno de los mayores problemas a los que se enfrenta la apicultura desde su propagación de su hospedador nativo *Apis cerana*, la abeja asiática hacia *Apis mellifera*, la abeja europea. Afecta a las abejas adultas obreras, zánganos, reinas y a la cría de abejas, también provoca numerosas pérdidas de colmenas al año, disminuye los niveles de producción de miel, es vector de diferentes virus que también afectan a las abejas, conduce al colapso de la colmena después de 1-4 años en infestaciones altas. Es una fuerte amenaza para las colonias de abejas y los agroecosistemas que necesitan de la polinización (Guichard et al., 2020; Traynor et al., 2020). Se considera de notificación inmediata obligatoria y se clasifica en el grupo 2 conforme al ACUERDO mediante el cual se

dan a conocer en México las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos (DOF, 2018).

No solo ejerce un daño por su carga parasitaria en las colonias sino se relaciona como vector al incrementar la transmisión de diferentes virus de ARN, las principales son los virus de alas deformadas (DWV), virus de la parálisis crónica, virus de la cría ensacada (SBV), virus de la parálisis aguda (ABPV), virus de la abeja de Cachemira (KBV) y virus de la celda real negra (BQCV), todos conducen al síndrome del colapso de la colmena (Bernardi & Venturino, 2016).

Años atrás se creía que *V. destructor* se alimentaba de la hemolinfa de las abejas y con esto causaba daño principalmente al participar como vector para la transmisión de virus, sin embargo, estudios recientes confirman que digieren y consumen externamente tejido del cuerpo adiposo, causando un daño directo en la abeja, ya que es indispensable para el funcionamiento del sistema inmunológico, supervivencia de invierno, desintoxicación de pesticidas, entre otras funciones esenciales para el bienestar de las abejas. Al alimentarse del tejido del cuerpo adiposo les permite sobrevivir más tiempo y producir más huevos (Ramsey et al., 2019). Colmenas débiles con cargas altas de varroa favorecen la dispersión y transmisión de ácaros como de enfermedades hacia las colmenas más saludables y fuertes (Traynor et al., 2020).



Figura 7 Ciclo biológico de *V. destructor*

Su ciclo de vida comienza cuando una hembra fecundada llega a una celda de cría de zángano u obrera justamente antes de ser operculada, comienza a poner huevos donde el primero es macho y los demás hembras, para que cuando maduren pueden ser fecundados por el macho dentro de la misma celda, al nacimiento de la cría, las hembras fecundadas abandonan la celda, colonizan otra celda y el ciclo se

repite (Gómez Pajuelo, 2022). Así el ciclo biológico del parásito se clasifica en dos etapas: la fase reproductiva, se desencadena dentro de las celdas de cría de abeja donde una fundadora (ácaro hembra) cría a su descendencia y en la fase de dispersión, en la cual ácaros hembras maduras (madre y cría) viajan alimentándose de abejas adultas. Este parásito es capaz de detectar señales químicas específicas de las abejas con el fin de localizar una larva que infectará en el momento correcto y con frecuencia parasita abejas nodrizas porque cuidan y alimentan a las crías dándole oportunidad de infestar una celda larvaria de edad apropiada (Airahuacho & Rubina, 2021; Traynor et al., 2020).

Se localiza en el tórax de las abejas de un color marrón rojizo, cuando se presenta una infestación con niveles bajos (<5 %) no hay signos clínicos aparentes de la parasitosis, pero si hay un alto nivel de infestación (>5 %) se observan abejas con alas y patas deformadas con el abdomen reducido, en los marcos se observa cría salteada con celdas operculadas y perforadas. En colonias con infestaciones altas durante invierno está destinada a colapsar porque se reduce el nivel de la población o bien la colmena tiende a enjambrar, perdiendo casi en su totalidad de la población de abejas (de la Sota & Bacci, 2020). Los daños sobre la abeja incluyen pérdida de peso desde la fase larval y pupal, heridas abiertas en el cuerpo de la abeja, pérdida de grasa corporal y reservas, menor longevidad y alteración del vuelo. Se muestran cambios de alteración de la colmena cuando existe un alto número de abejas enfermas, se reduce la entrada de polen y néctar, inmunosupresión, cambio de reina anormal, se altera el comportamiento higiénico de la colonia. La varroa puede verse a simple vista en la revisión rutinaria por lo que la presencia de este parásito es confirmada con facilidad (Gómez Pajuelo, 2022). Si bien se desea conocer el porcentaje de infestación se realiza por la prueba “lavado de abejas” descrita por David De Jong, consta de recolectar una muestra de 200-300 abejas de una colmena en un frasco de vidrio, se agrega agua y jabón, posteriormente la muestra se agita con movimientos circulares durante 5 minutos y se vierte el contenido en una malla de alambre de 2 mm sobre una tela blanca de algodón. Al final se realiza el conteo del número de abejas retenidas en la malla y el número de ácaros para

aplicar la fórmula: número de ácaros / número de abejas multiplicado * 100 = % de infestación (Corro et al., 2022).

Los acaricidas más usados para el tratamiento y control de la varroa son: Apistan® (piretroide tau-fluvalinato), Apivar® (formamidina Amitraz) y CheckMite® (organofosforado coumafos), actúan a nivel del sistema nervioso del ácaro pero tienen efectos adversos en la salud de la abejas, dejan residuos en la miel y tienen limitantes en su uso debido a la resistencia generada (Vu et al., 2020).



Figura 8 a) Abeja adulta y b) larva infectada con ácaro *V. destructor*

En la actualidad diversos acaricidas han presentado resistencia a los productos químicos comerciales, debido a mutaciones en los canales sodio dependientes de voltaje o acetilcolinesterasas o debido a un incremento de la actividad desintoxicante, por lo que es necesario emplear alternativas de productos naturales, algunas de ellas abarcan el ácido oxálico, ácido fórmico, timol, mentol, tabaco y vaselina, han mostrado resultados positivos para el tratamiento de varroas en celdas operculadas y en estado de dispersión, siendo el ácido oxálico unas de las mejores y más eficientes producto para contralar la varroa (Airahuacho Bautista et al., 2023; Airahuacho & Rubina, 2021). El ácido oxálico puede ser aplicado de diferentes formas: goteo, pulverización y sublimación, cualquier manera de aplicar registra un grado de efectividad de más del 90 % (Cualchi Romero, 2021). La dosis usada para aplicar por goteo es de 1:10:10 (ácido oxálico al 10 %, azúcar y agua), se aplica directamente 5 ml aproximadamente en el bastidor de la cámara de cría (Díaz Monroy et al., 2019).

El timol se aplica en dos temporadas, una en los meses de abril a mayo y la otra en septiembre a octubre. Sin embargo, se requieren temperaturas ambientales

específicas para la liberación óptima de este AE, deben ser entre 15-35°C, ya que temperaturas >35 °C son capaces de provocar una intoxicación en las abejas y su fuga (Aignasse, 2022; Villena Muñoa, 2024).

La selección de líneas de colmenas con características genéticas que favorezcan la producción y sean resistentes a enfermedades y plagas, es clave para el control de *V. destructor*. Una de estas son las colmenas con un alto comportamiento higiénico (CH) es un mecanismo de resistencia natural hacia este parásito, donde las abejas detectan y remueven pupas parasitadas, enfermas o muertas del panal de cría. Las colmenas con un alto CH muestran menores grados de infestación de varroa (Paco et al., 2021).

La eliminación de colmenas susceptibles es un medio de control eficaz para eliminar la genética indeseable y la virulencia relacionada a *V. destructor*, lo que permite un menor nivel de infestación en el apiario (Traynor et al., 2020). Al no ser una medida óptima para todos los apicultores, un enfoque alternativo se centra en la selección de linajes de *A. mellifera* que sobrevivan a la infestación por varroa, con el propósito de promover la expresión de características que incrementen la resistencia y supervivencias de las colmenas, minimizando la necesidad de intervenciones humanas para el control de *V. destructor* (Guichard et al., 2020).

El manejo debe centrarse a tener el mínimo grado de infestación de varroa en los apiarios para así evitar el descenso de colmenas, las medidas implementadas deben fortalecerse en la época de invierno, al ser una época de escasez de alimento el ácaro lo aprovecha para reproducirse rápidamente, por lo que se asegura durante esta época la reserva de alimento, población de abejas y un nivel bajo de infestación por varroosis (Cualchi Romero, 2021).

4.3.2 Pequeño escarabajo de la colmena (PEC)

El pequeño escarabajo de la colmena (PEC), *Aethina tumida* es un parásito de color marrón oscuro con forma ovalada, considerado una especie invasora en las poblaciones de abejas melíferas. PEC se beneficia cuando una colonia enjambra, se ha demostrado que existe una mayor reproducción del escarabajo en colonias abandonadas por los residuos de proteínas (polen y larvas), incluso miel,

incrementado la presencia de parásitos y plagas en las colmenas restantes del apiario (Neumann et al., 2018). Es una enfermedad del grupo 3 de notificación mensual obligatoria con conformidad al ACUERDO mediante el cual se dan a conocer en México las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de los animales terrestres y acuáticos (DOF, 2018).

La trashumancia es un factor que promueve la diseminación rápida del PEC entre los estados donde se realiza, también la temporada de lluvias favorece su distribución y diseminación, ya que es un período donde la población de abejas baja y el escarabajo lo utiliza a su favor (Bayona Célis et al., 2018). El transporte de productos de colonias infestados y el desplazamiento de colonias de abejas melíferas infectadas son otros factores que promueven su diseminación, añadiendo la capacidad del PEC de volar y desplazarse grandes distancias con los enjambres silvestres (García Ochaeta, 2021).

En octubre de 2007 se reportó oficialmente en México, encontrado en Coahuila de Zaragoza. Actualmente se encuentra distribuido en la mayoría de los estados de México, provocando daños que se alteran por factores ambientales, manejo del escarabajo y adaptación (OIE, 2016). Las crías de abejas, polen, miel son la base de la alimentación de las larvas y adultos del escarabajo, causando fermentación de la miel, destrucción de los marcos e incrementando los valores de mortalidad de la cría (García Ochaeta, 2021). Existe una levadura presente en las larvas del escarabajo, la cual es la responsable de la fermentación de la miel, se denomina *Kodamaea ohmeri* y además juega un papel como atrayente de escarabajos adultos a nuevas colonias (Miranda Cubero, 2023).

Las hembras adultas maduras depositan sus huevos dentro de la cría sellada por medio de grietas que ellas mismas provocan desde las celdas vacías vecinas o incluso lo hacen dentro de una celda con polen o cría si evaden a las abejas. Tienen la capacidad durante su vida útil de 4-6 meses depositar hasta 1,000 - 2,000 huevos. Las larvas de escarabajo tienen espinas dorsales en el tórax y en el abdomen lo que las distingue de las larvas de polilla de cera. Posteriormente las larvas maduras salen de la celda por la noche y en el suelo de la colmena comienzan su fase como

pupas, una etapa que dura 8 días aproximadamente, se convierten en adultos y vuelven a repetir el ciclo (Hood, 2011).



Figura 9 a) Vista dorsal y b) ventral del PEC. Imagen de (Ramírez & Calderón, 2018)

Para su identificación el apicultor debe revisar con detalle todas las partes de la colmena, desde la tapa, la caja, el piso y los bastidores con el objetivo de evidenciar la presencia de huevos, larvas y/o adultos del PEC, igualmente prestar atención a las alarmas como: túneles entre las celdas de los marcos, aspecto grasoso o húmedo de los marcos y abejas. Posteriormente si se encuentran escarabajos se recolectan en un recipiente con alcohol al 70 % para su identificación en el laboratorio (Arguedas Mora et al., 2020).

No se conoce un producto específico ni con autorización oficial para combatir este parásito hasta la fecha, por lo que se deben establecer medidas de manejo periódicas en la apicultura, como la elaboración de calendarios regionales para el control del parásito (Bayona Célis et al., 2018). Sin embargo, existen trampas que han presentado éxito en el control del PEC, se colocan en la cámara de cría o sobre el alza. Son trampas de tipo West Trap™ y Freeman Beetle Barn™ sola o combinada con CheckMite+™ (producto en tiras usado para el control de varroa), las cuales contienen un atrayente a base de polen con miel y están repletas con aceite vegetal, el escarabajo entra y muere por ahogamiento (Bernier et al., 2015). Los polvos vegetales han mostrado recientemente efectividad para el control del PEC, uno de ellos es el polvo de epazote (*Dysphania ambrosioides*), aplicado por contacto directo sobre la colmena o el cuerpo del escarabajo cuando se localiza, donde un 1g de polvo de epazote es capaz de causar mortalidad de los escarabajos,

otros polvos con efecto tóxico son a base de: albahaca (*Ocimum basilicum*) y orégano (*Origanum vulgare*). Sin embargo, se requieren más estudios para determinar con exactitud la dosis, aplicación y duración (Tucuch Haas et al., 2020).

5 CONCLUSIÓN

Las enfermedades y parásitos que afectan a las abejas melíferas comprenden una amenaza importante en la salud y productividad de las colmenas, debido a su tendencia de crecimiento, en la actualidad es indispensable desarrollar estrategias útiles para su prevención como control, cuyas medidas abarcan la implementación de prácticas apícolas sostenibles, detección temprana y aplicación de tratamientos adecuados, deberán ser implementados por los apicultores, investigadores y autoridades correspondientes logrando una descenso en la transmisión, diseminación e impacto de estos patógenos en las abejas.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aignasse, A. M. (2022). Evaluación de métodos alternativos de manejo nutricional energético y control de varroasis con acaricidas orgánicos en colonias de *Apis mellifera*, en clima subtropical. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 17(1), 11-28.
- Airahuacho Bautista, F., Jiménez Torres, V., Rubina Airahuacho, S., & Velásquez Vergara, C. (2023). Evaluación de productos alternativos naturales en el control de la Varroa destructor en abejas melíferas (*Apis mellifera*). *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 34(3), 1-11.
- Airahuacho, F. E., & Rubina, S. S. (2021). *Varroa destructor*: una amenaza mortal para la colmena de *Apis mellifera*. *Peruvian Agricultural Research*, 3(1), 40-51.
- Albo, G. N., & Reynaldi, F. J. (2010). *Ascosphaera apis*, agente etiológico de la cría yesificada de las abejas. *Revista argentina de microbiología*, 42(1), 80-80.
- Alippi, A. M., Reynaldi, F., & López, A. (2013). Evaluación del método epsilométrico Etest para la determinación de la sensibilidad a tetraciclina en *Paenibacillus larvae*, agente causal de la loque americana de las abejas. *Revista Argentina de Microbiología*, 45(4), 257-261.
- Álvarez-Ramírez, A., Jiménez-González, L., Ortiz-Muñoz, E., Ruíz-García, I., & Orozco-Hernández, R. (2017). Influencia de las condiciones ambientales en la presentación de Ascospheosis (*Ascosphaera apis*) o cría de cal en *Apis mellifera* (abeja). *Abanico veterinario*, 7(3), 37-46.
- Annoscia, D., Brown, S. P., Di Prisco, G., De Paoli, E., Del Fabbro, S., Frizzera, D., . . . Grozinger, C. M. (2019). Haemolymph removal by Varroa mite destabilizes the dynamical interaction between immune effectors and virus in bees, as predicted by Volterra's model. *Proceedings of the Royal Society B*, 286(1901), 2-9.
- Ansari, M. J., Al-Ghamdi, A., Usmani, S., Khan, K. A., Alqarni, A. S., Kaur, M., & Al-Waili, N. (2017). In vitro evaluation of the effects of some plant essential oils on *Ascosphaera apis*, the causative agent of Chalkbrood disease. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 24(5), 1001-1006.

- Araos Jerez, L. P. (2022). Virus de *Apis mellifera* en Chile: detección y análisis de los 7 virus de abeja más relevantes en Sudamérica en colmenas con presencia de vector *Varroa destructor*. Universidad de Chile, Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/195609/Virus-de-apis-mellifera-en-Chile.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arguedas Mora, M., Soto González, J. F., Ramírez Montero, M., & Calderón Fallas, R. A. (2020). Distribución del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida*, en abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en diferentes zonas apícolas de Costa Rica. *Revista de Ciencias Veterinarias*, 38(2), 13-29.
- Ávalos Valenzuela, J. V. (2018). Estandarización de la reacción en cadena de la polimerasa para la determinación de virus comunes en abejas de miel en la sierra ecuatoriana., Universidad de las Américas, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8998>
- Avilés Rendon, Y. E. (2019). Suplementacion proteica para el mantenimiento y fortalecimiento a las colmenas de abejas (*Apis mellifera*) Recinto Aguas Frias-Mocache 2018., Universidad Técnica Estatal de Quevedo Ecuador. Recuperado de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8998>
- Barroso Arévalo, S. (2020). Análisis epidemiológico y molecular de los principales patógenos en "*Apis mellifera*" y su importancia en el desencadenamiento del colapso de las colmenas., Universidad Complutense de Madrid, España. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.14352/11131>
- Bayona Célis, A., Valdovinos Flores, C., Dorantes Ugalde, J. A., & Saldaña Loza, L. M. (2018). Potenciales de aptitud del territorio y riesgo mayor de reproducción del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae) en México. *Revista internacional de Estadística y Geografía*, 9(2), 4-13.
- Beaurepaire, A., Piot, N., Doublet, V., Antunez, K., Campbell, E., Chantawannakul, P., . . . Panziera, D. (2020). Diversity and global distribution of viruses of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Insects*, 11(4), 239.
- Belloy, L., Imdorf, A., Fries, I., Forsgren, E., Berthoud, H., Kuhn, R., & Charrière, J.-D. (2007). Spatial distribution of *Melissococcus plutonius* in adult honey bees

- collected from apiaries and colonies with and without symptoms of european foulbrood. *Apidologie*, 38(2), 136-140.
- Bernardi, S., & Venturino, E. (2016). Viral epidemiology of the adult *Apis Mellifera* infested by the *Varroa destructor* mite. *Heliyon*, 2(5), 4-43.
- Bernier, M., Fournier, V., Eccles, L., & Giovenazzo, P. (2015). Control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) using in-hive traps. *The Canadian Entomologist*, 147(1), 97-108.
- Berry, J. A., & Delaplane, K. S. (2001). Effects of comb age on honey bee colony growth and brood survivorship. *Journal of Apicultural Research*, 40(1), 3-8.
- Boelens, G. (2022). La loque européenne due à *Melissococcus plutonius* chez les abeilles domestiques *Apis mellifera* en Belgique. Universidad de Lieja Bélgica. Recuperado de https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/15062/7/Boelens_G%C3%A9raldine_TFE_FMV_juin2022_d%C3%A9finitif.pdf
- Borracci, S. E., Chacana, P. A., Palacio, A., & Terzolo, H. R. (2004). Loque Americana de las abejas: Características y diagnóstico de la enfermedad. *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* 5(1), 1-5.
- Boudegga, H., Boughalleb, N., Barbouche, N., Ben Hamouda, M. H., & Mahjoub, M. (2010). In vitro inhibitory actions of some essential oils on *Ascosphaera apis*, a fungus responsible for honey bee chalkbrood. *Journal of Apicultural Research*, 49(3), 236-242.
- Brettell, L. E., Mordecai, G. J., Schroeder, D. C., Jones, I. M., Da Silva, J. R., Vicente-Rubiano, M., & Martin, S. J. (2017). A comparison of deformed wing virus in deformed and asymptomatic honey bees. *Insects*, 8(28), 2-12.
- Bulson, L., Becher, M. A., McKinley, T. J., & Wilfert, L. (2021). Long-term effects of antibiotic treatments on honeybee colony fitness: A modelling approach. *Journal of Applied Ecology*, 58(1), 70-79.
- Caamal Castañeda, C. A. (2022). *Identificación de alternativas de tratamiento contra la nosemosis en la abeja Apis mellifera mediante metaanálisis*. Centro de Investigación Científica de Yucatán. Recuperado de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/7737629?show=full>

- Cabana, M. J., Tejerina, M. R., José, J., Castro, R. M., & Benítez Ahrendts, M. R. (2021). Potencial probiótico de bacterias aisladas de pan de polen para mejorar la producción y sanidad de *Apis mellifera*. *Idesia*, 39(1), 45-51.
- Caisabanda Masaquiza, P. C. (2019). *Diagnóstico de enfermedades más comunes del apiario apícola Centro Experimental CEASA.*, Universidad Técnica de Cotopaxi Ecuador. Recuperado de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/78f3c852-d6b1-4251-a432-ffffc234685b/content>
- Calderón-Fallas, R. A., & Moreno-Morales, E. (2022). Nivel de infección del microsporidio *Nosema* spp. en colmenas de abejas africanizadas y su relación con la precipitación y humedad relativa. *Agronomía Costarricense*, 46(1), 65-75.
- Cali, A., & Takvorian, P. (2014). Developmental morphology and life cycles of the microsporidia. In L. M. Weiss & J. J. Becnel (Eds.), *Microsporidia: Pathogens of opportunity*, (Primera edición ed., pp. 71-133). Estados Unidos de América: John Wiley & Sons, Inc.
- Castagnino, G. L. B., Mateos, A., Meana, A., Montejo, L., Zamorano Iturralde, L. V., & Cutuli de Simón, M. T. (2020). Etiology, symptoms and prevention of chalkbrood disease: a literature review. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 21(1), 12-20.
- Ccahuana, J. H., & Barrientos, H. G. (2017). *Enfermedades y parásitos más frecuentes en la apicultura de la provincia de La Convención, Cusco-Perú* (Primera edición ed.). Perú: Editorial Universitaria.
- Cepero Rodríguez, A. (2016). *Monitorización de los principales patógenos de las abejas para la detección de alertas y riesgos sanitarios.*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid. Recuperado de <https://docta.ucm.es/entities/publication/34329ded-1054-402f-ba6d-1e8a6293549c>
- Chihu, L., Chihu, D., & Fernández, M. (2013). *Nosema ceranae*, un patógeno emergente en la apicultura mundial. Alemania: Editorial Académica Española.

- Corro, J. L. P., Ibañez, J. C. A., & Alfaro, S. M. V. (2022). Determinación del índice de infestación por *Varroa destructor* en colonias de *Apis mellifera*, en condiciones naturales. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad*, 5(1), 55-68.
- Cualchi Romero, A. S. (2021). Comparación entre ácido oxálico y amitraz para el tratamiento contra varroasis en Abejas mellifera, Universidad Agraria del Ecuador, Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/CUALCHI%20ROMERO%20ADRIANA%20STEPHANY.pdf>
- das Neves, V. S. L., Peixoto, C. M., da Silva Sodré, G., & de Carvalho, C. A. L. (2023). Identificação molecular e nível de infecção de *Vairimorpha ceranae* em *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Scientia Plena*, 19(9), 1-12.
- De Groot, G., Mayoral, A., & Huerta, G. J. (2018). ¿Cómo prevenir Loque Americana en nuestras colmenas?. *Presencia*, 1(69), 31-35.
- de la Sota, M., & Bacci, M. (2020). *Enfermedades de las abejas manual de procedimientos*. Argentina: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Recuperado de <https://biblioteca.senasa.gov.ar/items/show/3880#?c=0&m=0&s=0&cv=0>
- Díaz-Monroy, B., Moyón-Moyón, J., & Baquero-Tapia, M. F. (2019). Evaluación de tres alternativas para el control de varroasis (*Varroa destructor*) en apiarios ecuatorianos. *Ciencia y Agricultura*, 16(1), 63-78.
- Dittes, J., Schäfer, M. O., Aupperle-Lellbach, H., Mülling, C. K., & Emmerich, I. U. (2020). Overt infection with chronic bee paralysis virus (CBPV) in two honey bee colonies. *Veterinary sciences*, 7(3), 2-10.
- Diario Oficial de la Federación. (2018). Acuerdo mediante el cual se dan a conocer en los Estados Unidos Mexicanos las enfermedades y plagas exóticas y endémicas de notificación obligatoria de los animales terrestres y acuáticos. Recuperado de https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5545304&fecha=29/11/2018#gsc.tab=0

- Ebeling, J., Knispel, H., Hertlein, G., Fünfhaus, A., & Genersch, E. (2016). Biology of *Paenibacillus larvae*, a deadly pathogen of honey bee larvae. *Applied Microbiology Biotechnology*, 100, 7387-7395.
- El-Nagar, A. E., Yousif-Khalil, S., El-Shakaa, S., & Helaly, W. M. (2019). Efficiency of some botanicals against *Varroa destructor* infesting honeybee colonies and their impact on brood rearing activity and clover honey yield. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 46(2), 367-375.
- El-Sayed, A. S., Fathy, N. A., Labib, M., El-Baz, A. F., El-Sheikh, A. A., & Moustafa, A. H. (2024). Biological control of nosemosis in *Apis mellifera* L. with *Acacia nilotica* extract. *Scientific Reports*, 14(28340), 1-24.
- Emsen, B., De la Mora, A., Lacey, B., Eccles, L., Kelly, P. G., Medina-Flores, C. A., . . . Guzman-Novoa, E. (2020). Seasonality of *Nosema ceranae* infections and their relationship with honey bee populations, food stores, and survivorship in a North American region. *Veterinary sciences*, 7(3), 131.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). Cultivos y producción de Ganadería. Recuperado de <https://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Formato, G. (2016). Loque europea. Recuperado de https://www.izslt.it/wp-content/uploads/sites/4/2017/05/EFB-European-Foulbrood_-_TECA.pdf
- Ferrufino, C. (2023). Detección de agentes virales presentes en apiarios destinados a la producción de material vivo y evaluación de estrategias para su control mediante ARN interferente., Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2024ferrufinoceciliagabriela paola.pdf>
- García-Ochaeta, J. F. (2021). Primer registro del pequeño escarabajo de la colmena *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) en colmenas de abejas africanizadas en Guatemala. *Insecta mundi*, 0826(1), 1-4.
- Genersch, E., Von Der Ohe, W., Kaatz, H., Schroeder, A., Otten, C., Büchler, R., . . . Gisder, S. (2010). The German bee monitoring project: a long term study to understand periodically high winter losses of honey bee colonies. *Apidologie*, 41(3), 332-352.

- Goblirsch, M. (2018). *Nosema ceranae* disease of the honey bee (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 49(1), 131-150.
- Gómez Pajuelo, A. (2022). Enemigos naturales de las abejas. *Dossier Tècnic*, 3(115), 3-38.
- González, F. N. (2024). Estudio y caracterización del Virus de alas deformadas (DWV) circulante en apiarios argentinos., Universidad de Buenos Aires, Argentina. Recuperado de https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n7615_Gonzalez.pdf
- Grossar, D., Kilchenmann, V., Forsgren, E., Charrière, J.-D., Gauthier, L., Chapuisat, M., & Dietemann, V. (2020). Putative determinants of virulence in *Melissococcus plutonius*, the bacterial agent causing european foulbrood in honey bees. *Virulence*, 11(1), 554-567.
- Guichard, M., Dietemann, V., Neuditschko, M., & Dainat, B. (2020). Advances and perspectives in selecting resistance traits against the parasitic mite *Varroa destructor* in honey bees. *Genetics Selection Evolution*, 52, 1-22.
- Higes, M., Martín-Hernández, R., Garrido-Bailón, E., González-Porto, A. V., García-Palencia, P., Meana, A., . . . Bernal, J. L. (2009). Honeybee colony collapse due to *Nosema ceranae* in professional apiaries. *Environmental Microbiology Reports*, 1(2), 110-113.
- Hood, W. M. (2011). Handbook of small hive beetle IPM (Vol. 160). Estados Unidos de América: Extension bulletin Clemson University.
- Huamán, N., & Silva, G. (2020). Efecto acaricida de aceite esencial de molle (*Schinus molle*) en el control de *Varroa destructor* en colmenas de abejas (*Apis mellifera*). *Agroindustrial Science*, 10(2), 145-151.
- Iorizzo, M., Lombardi, S. J., Ganassi, S., Testa, B., Ianiro, M., Letizia, F., . . . Cozzolino, A. (2020). Antagonistic activity against *Ascosphaera apis* and functional properties of *Lactobacillus kunkeei* strains. *Antibiotics*, 9(5), 262.
- Iwasaki, J. M., & Hogendoorn, K. (2021). How protection of honey bees can help and hinder bee conservation. *Current Opinion in Insect Science*, 46, 112-118.

- Kačániová, M., Terentjeva, M., Žiarovská, J., & Kowalczewski, P. Ł. (2020). In vitro antagonistic effect of gut bacteriota isolated from indigenous honey bees and essential oils against *Paenibacillus larvae*. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(6736), 2-19.
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the R. Soc. B*, 274, 303-313.
- Lagos, L. G. (2020). Estudio de la supervivencia de abeja melífera a la administración oral de fitoquímicos para el control potencial de nosemosis., Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Recuperado de <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/107405>
- Locke, B., Semberg, E., Forsgren, E., & De Miranda, J. R. (2017). Persistence of subclinical deformed wing virus infections in honeybees following Varroa mite removal and a bee population turnover. *PloS one*, 12(7), 1-10.
- López Uribe, M. M., & Underwood, R. (2023). Enfermedades de la Abeja de Miel: loque americana. Recuperado de <https://extension.psu.edu/enfermedades-de-la-abeja-de-miel-loque-americana>
- Magaña Magaña, M. A., & Leyva Morales, C. E. (2011). Costos y rentabilidad del proceso de producción apícola en México. *Contaduría y Administración*, 1(235), 99-119.
- Martínez Puc, J. F., Gómez Leyva, J. F., González Cortés, N., Catzím Rojas, F. J., Sánchez Melo, Y., & Payró de la Cruz, E. (2022). Presencia de *Varroa destructor*, *Nosema* spp. y *Acarapis woodi* en colonias de abejas de Tabasco. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(2), 303-315.
- McCallum, R., Olmstead, S., Shaw, J., & Glasgow, K. (2020). Evaluating efficacy of fumagilin-b against nosemosis and tracking seasonal trends of spp. in Nova Scotia honey bee colonies. *Journal of Apicultural Science*, 64(2), 277-286.
- Mehlhorn, H., & Aspöck, H. (2008). *Encyclopedia of parasitology* (Tercera ed). Springer Heidelberg.

- Meirelles, R. N., Pires, P. R. S., Lima, A. G. B., de Menezes Valentim, T. T., & de Oliveira Silva, D. (2020). O furto como um fator limitante na criação de abelhas. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 26(1), 82-91.
- Miranda Cubero, E. (2023). Dinámica poblacional del pequeño escarabajo de la colmena, *Aethina tumida*, en abejas africanizadas., Universidad Nacional de Costa Rica, Costa Rica. Recuperado de <https://repositorio.una.ac.cr/items/1f8a6ee7-a169-444d-88c6-0fd684428e4d>
- Molina Pardo, A., Guzmán Novoa, E., Message, D., de Jong, D., Pesante Armstrong, D., Mantilla Cortés, C., . . . Meneses, G. (2012). Patología, diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas (E. Guzmán Novoa & A. Correa Benítez Eds. Primera edición ed.). México: Editorial Yire.
- Nazzi, F., & Pennacchio, F. (2018). Honey bee antiviral immune barriers as affected by multiple stress factors: a novel paradigm to interpret colony health decline and collapse. *Viruses*, 10(159), 2-7.
- Neira, M., Heinsohn, P., Báez, A., & Fuentealba, J. (2004). Efecto de aceites esenciales de lavanda y laurel sobre el ácaro *Varroa destructor* Anderson & Truemann (Acari: Varroidae). *Agricultura Técnica*, 64(3), 238-244.
- Neumann, P., Spiewok, S., Pettis, J., Radloff, S. E., Spooner-Hart, R., & Hepburn, R. (2018). Differences in absconding between african and european honeybee subspecies facilitate invasion success of small hive beetles. *Apidologie*, 49, 527-537.
- Organización Mundial de la Salud Animal. (2016). Base de datos del Sistema Mundial de Información Zoonosaria (WAHIS Interface) Versión 1. Recuperado de http://www.oie.int/wahis_2/public/wahid.php/Diseaseinformation/statusdetail
- Paco, A., Martos, A., López, V., & Chura, J. (2021). El comportamiento higiénico de *Apis mellifera* en relación con el nivel de infestación de *Varroa destructor*. *Anales Científicos*, 82(2), 219-226.
- Padilla, F., Flores, J. M., & Campano, F. (2014). Control de la ascosferosis (*Ascosphaera apis*) mediante el uso de fondos higiénicos de rejilla. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 4, 289-291.

- Pietropaoli, M., Carpana, E., Milito, M., Palazzetti, M., Guarducci, M., Croppi, S., & Formato, G. (2022). Use of *Lactobacillus plantarum* in preventing clinical cases of American and European foulbrood in central Italy. *Applied Sciences*, 12(1388), 2-12.
- Ramírez, M., & Calderón, R. (2018). Situación del pequeño escarabajo, *Aethina tumida*, en colmenas de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en Costa Rica: Muestreo de apiarios 2014-2017. *Rev. Ciencias Veterinarias*, 36(1), 19-26.
- Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., . . . Ellis, J. D. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(5), 1792-1801.
- Sajid, Z. N., Aziz, M. A., Bodlah, I., Rana, R. M., Ghramh, H. A., & Khan, K. A. (2020). Efficacy assessment of soft and hard acaricides against *Varroa destructor* mite infesting honey bee (*Apis mellifera*) colonies, through sugar roll method. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(1), 53-59.
- Salamanca Loyola, D. A. (2024). *Efecto de bacterias lácticas para mejorar el sistema inmunológico en abejas (apis mellifera) y reducir la carga del virus de las alas deformadas (DWV).*, Universidad de Concepción, Chile. Recuperado de <https://repositorio.udec.cl/items/bd25ae47-4e7a-44e0-a12f-5a204ff122dc>
- Salina, M. D., Bais, B. B., & Reynaldi, F. J. (2023). Virus que afectan abejas melíferas: ¿Una amenaza silenciosa?. *Revista MDA*, 4(3), 62-68.
- Salina, M. D., Garcia, M. L. G., Bais, B., Bravi, M. E., Brasesco, C., Maggi, M., . . . Reynaldi, F. J. (2021). Viruses that affect Argentinian honey bees (*Apis mellifera*). *Archives of Virology*, 166, 1533-1545.
- Tantillo, G., Bottaro, M., Di Pinto, A., Martella, V., Di Pinto, P., & Terio, V. (2015). Virus infections of honeybees *Apis mellifera*. *Italian Journal of Food Safety*, 4(5364), 157-168.
- Tejerina, M., Cabana, M., Flores, J. M., & Benitez Ahrendts, M. (2019). Studies of *Ascosphaera apis* strains isolated from commercial poles of different Spanish provinces and their enzymatic production capacity. *Archivos de Zootecnia*, 68(263), 324-330.

- Tibatá Rodríguez, V. M. (2016). Detección de patógenos causantes de enfermedades de impacto en apicultura y determinación de los mitotipos de africanización en tres regiones de Colombia., Universidad Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/4e8efcdd-6282-428e-ab51-b8aeeafca388/content>
- Traynor, K. S., Mondet, F., de Miranda, J. R., Techer, M., Kowallik, V., Oddie, M. A., . . . McAfee, A. (2020). *Varroa destructor*: A complex parasite, crippling honey bees worldwide. *Trends in Parasitology*, 36(7), 592-606.
- Truong, A.-T., Kang, J. E., Yoo, M.-S., Nguyen, T. T., Youn, S.-Y., Yoon, S.-S., & Cho, Y. S. (2023). Probiotic candidates for controlling *Paenibacillus larvae*, a causative agent of American foulbrood disease in honey bee. *BMC Microbiology*, 23(150), 2-11.
- Tucuch Haas, J. I., Rangel Fajardo, M. A., Casanova Lugo, F., Ruiz Sánchez, E., Utrera Quintana, F., & Tucuch Haa, C. J. (2020). Control alternativo de *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) con polvos vegetales. *Acta Agrícola y Pecuaria*, 6(1), 1-9.
- Van Haga, A., Keddie, B., & Pernal, S. (2012). Evaluation of lysozyme-HCl for the treatment of chalkbrood disease in honey bee colonies. *Journal of Economic Entomology*, 105(6), 1878-1889.
- Villena Muñoa, K. S. (2024). Determinación de la eficacia del timol en el control de Varroosis (*Varroa destructor*) en colmenas de abejas (*Apis mellifera*) en apiarios de nueve departamentos del Perú durante el año 2021., Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/673676?locale-attribute=es>
- von Knoblauch, T., Jensen, A. B., Mülling, C. K., Aupperle-Lellbach, H., & Genersch, E. (2024). Chalkbrood disease caused by *Ascosphaera apis* in honey Bees (*Apis mellifera*)—morphological and histological changes in infected larvae. *Veterinary Sciences*, 11(415), 2-17.

- Vu, P. D., Rault, L. C., Jenson, L. J., Bloomquist, J. R., & Anderson, T. D. (2020). Voltage-gated chloride channel blocker DIDS as an acaricide for Varroa mites. *Pesticide Biochemistry Physiology*, 30(40), 1-12.
- Yañez, O., Piot, N., Dalmon, A., De Miranda, J. R., Chantawannakul, P., Panziera, D., . . . Chejanovsky, N. (2020). Bee viruses: routes of infection in hymenoptera. *Frontiers in Microbiology*, 11(943), 1-22.
- Yücel, B., & Doğaroğlu, M. (2005). The impact of *Nosema apis* Z. infestation of honey bee (*Apis mellifera* L.) colonies after using different treatment methods and their effects on the population levels of workers and honey production on consecutive years. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 8(8), 1142-1145.