



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS OPERATIVOS PARA LA
DETERMINACIÓN DE AFRICANIZACIÓN Y DE
DIAGNÓSTICO DE LAS PRINCIPALES ENFERMEDADES
QUE AFECTAN A LAS ABEJAS MELÍFERAS (*Apis mellifera*
L.)

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA
P R E S E N T A

PRISILLA CRYSEL DE LA TORRE MONTEERRUBIO

NO. DE CUENTA: 302056387

ASESORAS: MVZ. LAURA G. ESPINOSA MONTAÑO

MVZ. ADRIANA CORREA BENÍTEZ



MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE, 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A mis padres, que siempre me lo han dado todo, espero algún día ser la mitad de lo maravillosas personas que son ellos

A mis hermanas, por su apoyo y su amor en todo momento

A mi guapo, Matías que me alegra siempre el día

A mis amigos, por las risas, los momentos, el apoyo y la sincera amistad. Que sería de la vida sin amigos

A Hugo, que aunque ya no está, está siempre

AGRADECIMIENTOS

A mis asesoras: la Dra. Laura y la Dra. Adriana, por su tiempo, su dedicación y su interés en mi trabajo

A mis sinodales, por su tiempo y sus correcciones

A mis papás adoptivos: Aurora y Rubén, por su interés, su tiempo, su apoyo, pero sobre todo por su amistad

A Daniela, por la compañía, los momentos tan gratos, el cariño y por toda la ayuda.

A Ale, por su apoyo, su amor y todos los años compartidos, gracias porque aprendí mucho contigo

A la empresa Hermes Honey, a sus socios y al sr. Arnulfo Ordoñez por haberme abierto las puertas de su empresa, permitirme realizar mi trabajo y por todo lo aprendido durante mi estancia

A la UNAM, mi alma mater

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
1. OBJETIVOS GENERALES.....	4
2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	5
4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	7
4.1 Principales enfermedades de las abejas melíferas (<i>Apis mellifera</i> L.).....	7
4.2 ENFERMEDADES DE BACTERIANAS DE LA CRÍA.....	9
4.2.1 Loque americana.....	9
4.2.2 Loque europea.....	15
4.2.3 Diagnóstico diferencial entre loque americana y loque europea.....	18
4.3 ENFERMEDADES MICÓTICAS DE LA CRÍA.....	19
4.3.1 Cría de cal.....	19
4.3.2 Cría de piedra.....	23
4.3.3 Medidas preventivas para las enfermedades de la cría.....	25
4.4 ENFERMEDADES PARASITARIAS DE LA ABEJAS ADULTAS.....	26
4.4.1 Varroosis.....	26
4.4.2 Acariosis.....	40

4.5 ENFERMEDADES MICÓTICAS DE LAS ABEJAS ADULTAS.....	44
4.5.1 Nosemosis.....	44
4.5.2 Medidas de prevención para las enfermedades de las abejas adultas.....	49
4.6 Procedimientos básicos de laboratorio para el diagnóstico de las enfermedades.....	50
5. MORFOMETRÍA (africanización).....	55
6. Discusión y conclusiones.....	58
7. BIBLIOGRAFÍA.....	60

FIGURAS

Figura 1. Panal de cría enfermo, la cría operculada se ve salteada.

Figura 2. Celdas de panal con crías “momificadas” por cría de cal.

Figura 3. Varroa adulta vista dorsalmente.

Figura 4. Varroas adultas vistas ventralmente.

Figura 5. Esporas de *Nosema apis* vistas en el microscopio.

Figura 6. Esporas de *Nosema apis* vistas bajo el microscopio en la cámara de Neubauer.

RESUMEN

DE LA TORRE MONTERRUBIO PRISILLA CRYSEL. Manual de procedimientos operativos para la determinación de africanización y de diagnóstico de las principales enfermedades que afectan a las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.). Bajo la supervisión de: Laura G. Espinosa Montaña y Adriana Correa Benítez.

En su carácter de actividad productiva, la apicultura corre el riesgo de verse afectada por diversos factores, entre los que destacan la africanización y el desarrollo de enfermedades en las colonias, las cuales representan grandes pérdidas económicas para el apicultor, ya que conllevan una disminución significativa en la población, lo que refleja un aumento considerable en los costos. Por ello, resulta de gran valía controlar este tipo de problemáticas para obtener un producto de calidad, el cual se sujete a los estándares internacionales establecidos a través buenas prácticas de producción (BPP) y buenas prácticas de manufactura (BPM). Así pues, la presente tesis tuvo como objetivo central la realización de un manual de procedimientos operativos para la determinación de la africanización y para el diagnóstico de las principales enfermedades de las abejas melíferas, a través del establecimiento de procedimientos que permitan obtener un diagnóstico oportuno, con el fin de que se definan métodos de control o tratamiento que conlleven a asegurar la calidad de la miel. Por lo anterior, en este documento se describen enfermedades que pueden afectar a la abejas melíferas, donde se podrá identificar el nombre, sinonimias, agente etiológico, epizootiología, patogenia, cuadro clínico, diagnóstico y control, o bien, tratamiento. Además, se presenta una técnica rápida de identificación de abejas africanizadas.

INTRODUCCIÓN

La apicultura es una de las actividades pecuarias de mayor importancia social, económica y ecológica en México. En el ámbito social, dependen de ella 40,000 apicultores que cuentan con 2 millones de colmenas. Esta actividad es llevada a cabo, principalmente, por campesinos de bajos ingresos, los cuales ven una mejoría en su economía gracias a la venta de la miel y de sus subproductos.¹ En el ámbito económico, es una de las actividades dentro del sector pecuario que más divisas ingresa al país, ya que ha permitido la exportación de más del 60% de la miel producida, colocando a México como el tercer país exportador y el octavo como productor.^{1,2} En lo que respecta al ámbito ecológico, la contribución principal de las abejas está dada por la polinización de las plantas silvestres; en cuanto a los cultivos agrícolas ayuda a incrementar su producción y calidad de éstos.³

Como toda actividad productiva, la apicultura puede verse afectada por diversos factores, entre los que se encuentran el comercio desleal, la falta de tecnología y de organización de los apicultores y de mayor importancia, la africanización y las enfermedades. Entre estas últimas se encuentran aquellas que pueden dañar a las crías o a las abejas adultas y que pueden ser causadas por bacterias, parásitos, hongos o virus. Las enfermedades de mayor relevancia en México son: Varroosis, Nosemosis, Acariosis, Loque americana, Loque europea, Cría de cal y Cría de piedra. La importancia de cada una de éstas se ve reflejada en las

pérdidas económicas para el apicultor, ya que influyen en la disminución drástica de la población de las colonias (cría y adultas) y aumentan los costos.^{4, 5}

Por otro lado, la problemática de africanización igualmente conlleva efectos negativos en la producción, caracterizados por el incremento en la defensividad de las abejas y de la tendencia a enjambrar y/o de abandonar las colmenas con el consecuente incremento en los costos de producción.⁶

Ya que México ocupa un lugar preponderante como productor y exportador de miel, resulta vital controlar estos problemas, sobre todo en el aspecto sanitario de las colonias, para así obtener y mantener un producto de buena calidad, máxime, cuando la miel de exportación debe sujetarse a rigurosos estándares internacionales basados en buenas prácticas de producción (BPP) y de manufactura de miel (BPM). La normativa internacional señala que la miel debe ser un producto inocuo, libre de residuos tóxicos o contaminantes, y de cualquier factor que pudiese ocasionar alguna alteración. La definición de miel de acuerdo a la norma del Codex para la miel (Codex stan 12-1981, rev. 1997), dice:

“Se entiende por miel la sustancia producida por abejas obreras a partir del néctar de las flores o de secreciones de partes vivas de las plantas o de excreciones de insectos succionadores de plantas que quedan sobre partes vivas de plantas, que las abejas recogen, transforman y combinan con sustancias específicas propias, almacenan y dejan en el panal para que madure y añeje”.

El diagnóstico correcto de las enfermedades, así como el tratamiento a aplicar, son procesos clave, que de llevarse a cabo correctamente, podrían evitar la contaminación de los productos de las abejas, ya que en muchas ocasiones los

apicultores proporcionan tratamientos inadecuados o mal aplicados, dejando residuos químicos en la miel, lo que pone en riesgo la salud del consumidor.^{7, 8}

Por lo que respecta a la africanización, hacer un diagnóstico rápido y económico ayudaría a tomar las medidas necesarias para disminuir sus efectos negativos, reduciendo así los riesgos al personal y los gastos que el proceso implica. Este problema también puede afectar las buenas prácticas de producción de miel, ya que en ocasiones las colonias reciben un mal manejo debido a su defensividad, lo cual puede traducirse en la contaminación de dicho producto.^{6, 9}

1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un manual sobre el diagnóstico y tratamiento de las principales enfermedades de las abejas melíferas (*Apis mellifera*), así como para la determinación de africanización.

2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Desarrollar los procedimientos operativos para el diagnóstico de Loque americana, Loque europea, Cría de cal, Cría de piedra, Nosemosis, Acariosis y Varroosis, con el fin de contribuir al establecimiento de un diagnóstico oportuno que permita tomar decisiones sobre la pertinencia de aplicar un tratamiento adecuado en los tiempos establecidos.

2. Desarrollar los procedimientos operativos para describir la técnica morfométrica rápida de identificación de abejas africanizadas, basada en el método FABIS I (*Fast Africanized Bee Identification System, por sus siglas en inglés*), para implementar las medidas necesarias que ayuden a reducir sus efectos, mismos que repercuten en las buenas prácticas de manufactura.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en la empresa “Hermes Honey, S.A. de C.V.”, ubicada en el municipio de El Llano, estado de Aguascalientes. Cuenta con una planta de acopio y envasado de miel, así como con una planta de extracción, ambas con certificación en Buenas Prácticas de Manejo y Envasado de la Miel.^{1,10}

La miel que llega a la planta de acopio proviene de distintos productores del país, los cuales cuentan o están en proceso de certificación en Buenas Prácticas de Producción. La certificación de dichas plantas se obtiene a través del cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manejo y Envasado de la Miel.

La miel que acopia y extrae la empresa se destina para venta a países como Alemania, China y Estados Unidos. Por ello, se deben cumplir con normas tanto nacionales como internacionales que garanticen un producto inocuo para el consumidor. De ahí la importancia de implementar un manual para el diagnóstico de las distintas enfermedades, que ayude a aplicar un tratamiento adecuado y oportuno en caso de ser necesario; además, que pueda ser retirado en los tiempos adecuados, con el fin de evitar que existan residuos en la miel, para

obtener un producto cuya calidad e inocuidad no se vean afectados. Este manual es de gran importancia pues permitirá fortalecer el programa de desarrollo de proveedores de la empresa al conocer su situación sanitaria y establecer posibles oportunidades de mejora productiva.

El manual se enfocó a describir cada una de las enfermedades que a continuación se enlistan, contemplando el nombre de la enfermedad, sinonimias, agente etiológico, epizootiología, patogenia, cuadro clínico, diagnóstico y control o tratamiento. Asimismo, se realizó una descripción de la técnica rápida de identificación de abejas africanizadas, de acuerdo con la técnica que más adelante se menciona.

4. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1. PRINCIPALES ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS (*Apis mellifera* L.)

Las abejas melíferas (*Apis mellifera*) son susceptibles a padecer gran variedad de enfermedades que pueden tener efectos tanto en la producción como en el desarrollo de las colonias. Existen gran número de enfermedades que afectan a las abejas, pero dentro de las más importantes encontramos a: Varroosis, Loque americana, Loque europea, Cría de cal, Cría de piedra, Nosemosis y Acariosis.^{11,12}

Las enfermedades de las abejas pueden catalogarse en enfermedades de la cría y en enfermedades de las abejas adultas. A su vez, las enfermedades se clasifican de acuerdo al agente etológico que la causa, ya sean enfermedades bacterianas, parasitarias, micóticas y virales.^{11,13,14}

Las enfermedades de las crías son fácilmente identificables, debido a que sus signos son claros y distintivos. Por el contrario, las enfermedades de las abejas adultas, son más difíciles de identificar, ya que los signos que presentan son confusos. Es por ello y para el diagnóstico de estas enfermedades es importante realizar un muestreo representativo de los apiarios una vez al año y enviar las muestras al laboratorio para su diagnóstico.¹²

Conocer las principales enfermedades que afectan a las abejas, así como hacer un diagnóstico oportuno y adecuado es de suma importancia para poder llevar a cabo medidas de control y tratamiento que no afecten los productos de la colmena, todo esto con el fin de evitar que existan residuos químicos que los

contaminen, mediante la implementación de las buenas prácticas de manejo en el apiario y el uso responsable de los productos químicos para los distintos tratamientos.¹²

4.2 ENFERMEDADES BACTERIANAS DE LA CRIA

4.2.1 LOQUE AMERICANA

Enfermedad también conocida como loque maligna, cría podrida, peste viscosa. Es una enfermedad infecto-contagiosa caracterizada por causar la putrefacción de la cría (larvas, pupas y prepupas) de las abejas.

En la año de 1907, en los EUA, White la diferenció de la loque europea. En México se diagnosticó en el año de 1932 y se aisló e identificó en el año de 1964 por Aguayo.¹²

Etiología. El agente etiológico causante de esta enfermedad es la bacteria *Paenibacillus larvae* subespecie *larvae*, que es un microorganismo aeróbico, Gram positivo formador de cadenas, con forma de bastón, que mide 3 a 5 μ de largo por 0.5 μ de ancho. Las esporas miden 1.5 μ de largo y 0.8 μ de ancho. La bacteria presenta dos estadios, uno en su forma vegetativa (reproducción en las larvas de las abejas) y otro como espora (forma de resistencia).

Las esporas de esta bacteria son altamente resistentes a desinfectantes químicos, desecación y a temperaturas de 100°C. En su forma vegetativa, el *Paenibacillus larvae* posee flagelos, los cuales le sirven para moverse y poder infectar a la larva. Esta bacteria produce una serie de endotoxinas que son las responsables de la muerte de las larvas de las abejas.^{4, 12, 13}

Epizootiología. La loque americana es una enfermedad de distribución mundial, siendo pocos países los que se encuentran libres de ella. Esta enfermedad la pueden presentar las larvas de las tres castas, siendo menos común observarla en las larvas de las reina. La loque americana se puede presentar en cualquier época del año, pero es más frecuente en las épocas de lluvia.⁴

Las esporas del microorganismo permanecen latentes en los panales, ya que el cuerpo desecado de la larva, que muere en la celdilla, contiene millones de esporas que constituyen el principal foco de infección y diseminación.¹²

Otra de la forma de transmisión del patógeno ocurre cuando las abejas, al limpiar las celdillas que contienen las escamas de los cadáveres de las larvas en putrefacción, se contaminan con las esporas y debido a la forma de alimentación de las abejas (trofolaxia), otras abejas van contaminándose con las esporas, incluyendo a las abejas nodrizas. Algunas veces las abejas nodrizas se contaminan al consumir alimento (polen y miel) almacenado en las celdillas donde hay esporas, por lo que transmiten al patógeno a las larvas que alimentan.

Otra forma de diseminación ocurre cuando existe pillaje y deriva, ya que las abejas pueden llevar la enfermedad a una colonia sana o adquirir la enfermedad a partir de una colonia enferma.

Las malas prácticas de manejo por parte del apicultor, como el no desinfectar el material al trabajar con una colmena enferma, el intercambio de panales contaminados o el alimentar colonias sanas con miel de colonias enfermas, la apicultura migratoria o la adquisición e introducción a las colmenas de reinas u

obreras acompañantes enfermas, predispone igualmente a la transmisión del microorganismo.^{4, 11, 12, 13}

Patogenia. Las larvas se enferman al ingerir la espora o esporas, mediante alimento que les proporcionan las abejas nodrizas. Ya en el tracto digestivo, las esporas del *Paenibacilluslarvae* germinan un día después de su ingestión y la forma vegetativa empieza a reproducirse en el intestino de la larva, pasando a la hemolinfa y a los diferentes tejidos, donde se reproducirá, generando millones de esporas que liberan las exotoxinas que matan a las crías operculadas, la escama desecada de la cría muerta queda adherida dentro de la celdilla.^{4, 12}

Cuadro Clínico. Al revisar los panales de la cámara de cría, suelen observarse las celdas con crías en forma salteada o baleada (Figura 1). Los opérculos presentan un aspecto hundido y grasoso con una coloración oscura, percibiéndose un olor a putrefacción que emana de las celdas. Al destapar los opérculos de las celdas, los cadáveres de las crías tienen un aspecto viscoso, con un color que puede ir de amarillo cremoso a café y después negro. Las crías muertas, al secarse, se transforman en una escama que queda fuertemente adherida a la celdilla, por lo cual se torna difícil de desprender. Algunas veces se puede observar que, cuando la cría muere en el periodo de pupa, la lengua queda erguida.^{4, 12, 13}



Figura 1. Panal de cría enfermo, la cría operculada se ve salteada (Foto: Prisilla De la Torre Monterrubio)

Diagnóstico. Para realizar el diagnóstico de loque americana se debe tener en cuenta la edad de las crías afectadas, considerando que en ciertas ocasiones es notoria la lengua en posición erguida. Asimismo, resultan evidentes los cadáveres en forma de escamas, fuertemente adheridas a las celdillas y el olor a putrefacción que caracteriza a esta enfermedad.^{4, 5,12}

Para realizar un diagnóstico de campo se debe realizar la prueba del “palillo”, misma que consiste en introducir un palillo o pequeña rama, en las celdillas afectadas, removiendo el cadáver en cada una. Al retirar suavemente el palillo, se forma una hebra viscosa de aproximadamente 2 cm de largo, hecho que

comprueba el cambio de consistencia (de acuosa a viscosa) de las crías muertas por loque americana.^{1, 4, 13, 14}

Para tener un diagnóstico más certero, se deben remitir las muestras de panales afectados al laboratorio y realizar diferentes técnicas de diagnóstico, tales como el método de la “la gota colgante” (Cuadro 1).^{4, 12, 15, 16}

Tratamiento. Debido a que no existe un tratamiento capaz de destruir las esporas del *Paenibacillus larvae*, lo más recomendable es quemar las colmenas que presentan la enfermedad (con todo y abejas), pero si no es posible llevar esto a cabo se recomiendan seguir las siguientes medidas:

- Retirar y quemar los panales con cría enferma de la colmena
- Desinfectar el piso, cubo y entretechos de la colmena

La forma de desinfección consiste en utilizar una solución al 1% de peróxido de hidrógeno. Otras alternativas para desinfectar las colmenas consisten en sumergir y lavar el material en una solución de sosa caústica al 10% o en una solución de hipoclorito de sodio al 3%. Después de haber realizado la desinfección de los materiales se procederá a flamearlos. Para ello, se puede emplear un soplete o apilar los cubos sobre un piso y se les vierte alcohol etílico, se prende fuego hasta que estén bien flameados. Una vez realizado esto, se debe colocar una tapa externa de colmena sobre los cubos para sofocar el fuego (por falta de oxígeno); esto se hará con los cubos invertidos para evitar que queden esporas en los rebajes donde descansan los cabezales de los bastidores.¹²

Como última medida de control para esta enfermedad se pueden emplear antibióticos. Los antibióticos tienen efecto sobre la forma vegetativa de la bacteria, pero ninguno actúa contra la espora.^{4,12}

El antibiótico de elección para el tratamiento contra loque americana es el clorhidrato de oxitetraciclina, el cual se puede emplear de las siguientes formas:

- a) disolviendo 300 mg de sal pura que contiene el producto en 0.5 o 1 L de jarabe de azúcar
- b) mezclando los 300 mg de sal pura con 20g de azúcar pulverizada (azúcar glass)
- c) agregando esa misma cantidad de ingrediente activo a 250g de una pasta de azúcar elaborada con agua

Ya sea en jarabe, pasta o en azúcar pulverizada, el tratamiento se proporciona en el interior de la colmena con el fin de evitar el pillaje y que los rayos solares inactiven o degraden el principio activo del medicamento.

El tratamiento debe repetirse de tres a cinco veces con un lapso de cinco a diez días entre un tratamiento y otro. Se deben interrumpir entre 4 y 6 semanas antes de la floración para evitar que exista contaminación de la miel.^{5, 12, 14}

4.2.2 LOQUE EUROPEA

También conocida como loque benigna, cría avinagrada, cría agria, cría rancia, etc. Es una enfermedad infecto-contagiosa que causa la pudrición de la cría.

La enfermedad es causada por un complejo bacteriano, pero sólo una bacteria inicia la infección.^{4,13}

Etiología. Enfermedad causada por un complejo bacteriano, donde *Melissococcus plutonius*, debilita a las larvas y favorece las infecciones por otros microorganismos, como el *Paenibacillus alvei*, *Brevibacillus laterosporus* y el *Bacterium eurydice*.⁴

El *Melissococcus plutonius* es una bacteria Gram-positiva, no formadora de esporas, en forma de coco (oval y lanceolado) de aproximadamente 0.7 x 1.0 µ, crece en forma de cadenas. A pesar de que esta bacteria es susceptible a antibióticos y desinfectantes, puede mantenerse viable en las heces de las abejas, en las celdillas y en el piso de la colmena.^{4, 5}

El *Paenibacillus alvei*, es un microorganismo que mide 0.5 x 5.0 µ y es formador de esporas que miden 1.0 x 2.2 µ y no presentan movimiento Browniano.^{4, 5, 11, 13}

Epizootiología. Esta enfermedad es de distribución mundial se presenta en las tres castas de la colonia, siendo más frecuente en las larvas de obrera y de zángano, ocasionalmente se observa en la reina. Es frecuente encontrar esta

enfermedad al inicio de la floración o cuando las abejas son sometidas a algún tipo de estrés, pero se puede presentar en cualquier época del año.^{4, 12}

Patogenia. Las larvas menores a 48 h de vida tienen una alta susceptibilidad a padecer la enfermedad, ya que las larvas jóvenes son las que ingieren el *M. plutonius* cuando son alimentadas por las abejas nodrizas. Al ser ingerido el *M. plutonius*, se reproduce en el tracto digestivo y compite por nutrientes. Antes de que ocurra la operculación (de 3 a 5 días de edad de las larvas), la bacteria ocupa la mayor parte de la luz intestinal y pasa a la hemolinfa (junto con los demás microorganismos que han infectado de forma secundaria a las larvas y así causa la muerte de las crías antes de que ocurra la operculación.

Las larvas se secan en el interior de la celda, esto ocurre alrededor de cuatro semanas después de muerta y dejan, de manera individual, una escama que es fácil de desprender para las obreras limpiadoras. Cuando las obreras remueven esta escama o las crías recién muertas, dispersan la enfermedad favoreciendo la contaminación de los alimentos en la colonia.^{4, 5, 12, 15}

Cuadro Clínico. Las crías que se encuentran afectadas son aquellas cuyas celdas aún no se han operculado. Las crías se ven salteadas y se percibe un olor agrio, parecido al del vinagre. Las larvas van cambiando de coloración, de un color blanco nacarado a amarillo, a café claro y a café oscuro.

La escama que se forma es fácilmente desprendible de la celdilla, el sistema traqueal se hace muy evidente y las larvas se ven enrolladas en forma de "C".^{12, 13}

Diagnóstico. La importancia de hacer el diagnóstico correcto de esta enfermedad radica en hacer la diferenciación con loque americana.

Un diagnóstico de campo consistiría en observar los signos de la enfermedad y mediante la prueba del “palillo”, corroborar la ausencia de viscosidad de las crías afectadas, es decir, no se forma hebra.

Para realizar el diagnóstico de laboratorio se puede hacer uso de diferentes técnicas tanto bioquímicas, inmunológicas y moleculares. Sin embargo, un método práctico de diagnóstico de laboratorio consiste en realizar la técnica de “la gota colgante” (Cuadro 1).^{4, 5, 12, 13}

Tratamiento. El tratamiento más utilizado contra la loque europea también es el clorhidrato de oxitetraciclina, a una dosis de 300mg de sal pura por cada tratamiento y por cada colmena.

En el caso de esta enfermedad no es necesario desinfectar o flamear el equipo, ya que las esporas de *P. alvei* no pueden producir la enfermedad sin la presencia de *M. plutonius*.¹²

4.2.3 DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL ENTRE LOQUE AMERICANA Y LOQUE EUROPEA

Éste se basa en comparar los signos clínicos de ambas enfermedades, de tal manera que deben considerarse las siguientes características:

- En la loque americana se encuentra afectada la cría operculada, mientras que en la loque europea se ve afectada la cría abierta
- El color de la cría en la loque americana va de blanco a amarillo y café; en la loque europea de blanco a amarillo y luego negro
- La loque americana es positiva a la prueba del palillo, la loque europea da negativo a dicha prueba
- En la loque americana se percibe un olor a podrido, mientras que en la loque europea el olor característico es a vinagre
- En la loque americana la escama se encuentra fuertemente adherida a la pared de la celdilla y en la loque europea la escama es elástica y fácil de desprender
- Se observan los opérculos hundidos, perforados y de aspecto grasiento en la loque americana. En la loque europea se ven las larvas afectadas sin que las celdas hayan sido operculadas
- Es característico de la loque americana que la lengua de la cría se observe seca y extendida, mientras que en la loque europea las crías tienen posición de "C", torcida y con los espiráculos visibles

4.3 ENFERMEDADES MICÓTICAS DE LA CRÍA

4.3.1. CRÍA DE CAL

También conocida como ascosferosis, cría calcificada, cría calcárea, cría de yeso, cría de tiza, cría de gis, etc. Es una enfermedad infecto-contagiosa que afecta a las crías de las abejas y es causada por un hongo.^{4, 11}

En 1913 se publicaron las primeras observaciones de este microorganismo. Años después, en 1921, Claussen publicó un artículo sobre la morfología de este hongo y en el año de 1955 Spiltoir y Olive reclasificaron a este hongo dándole el nombre de *Ascosphaera apis*.¹²

Etiología. *Ascosphaera apis* es un hongo perteneciente a la clase de los Plectomicetos, los cuales requieren que las hifas de hongos de sexos opuestos tengan contacto entre sí para la formación de esporas (forma contaminante). Las esporas son de color oscuro, mientras que los micelios son de color blanco, los micelios son la forma de crecimiento del organismo.^{11, 12}

Existen dos variedades, la variedad mayor y la variedad menor, estas no pueden procrear entre sí. La variedad mayor sus esporas miden de 3 a 4 μ de diámetro y en la variedad menor las esporas miden 1 a 2 μ de diámetro. La más común de las variedades es la menor. Las esporas se agrupan formando unas “pelotas” que miden 9 a 19 μ de diámetro y que se encuentran encapsuladas en un quiste con un diámetro de entre 47 y 140 μ .

Las esporas de este hongo pueden permanecer latentes hasta por 15 años y son altamente resistentes.^{5, 11, 13, 16}

Epizootiología. La cría de cal presenta una distribución mundial. Afecta a las crías de las tres castas de abejas melíferas, teniendo preferencia por la cría de zángano. Es común encontrar esta enfermedad en épocas de lluvia y frío.¹²

Existen factores predisponentes para la aparición de este hongo, tales como la humedad, bajas temperaturas, mala ventilación en las colmenas, colonias débiles.

Ya que las esporas pueden permanecer latentes por varios años, los panales viejos resultan ser un importante reservorio para éstas, además de ser un importante foco de infección. Las esporas también pueden provenir del polen de las flores donde las abejas defecaron o pueden diseminarse mediante el uso de la cuña, miel de panales contaminados, a través del pillaje o la deriva.^{4, 5}

La forma de desarrollo e infección con el hongo ocurre cuando las larvas ingieren las esporas mediante la alimentación, o bien porque se encuentren presentes los factores predisponentes que desencadenan la enfermedad.^{4, 12}

Patogenia. La presencia de los factores predisponentes y la edad de las crías son importantes para el desarrollo de la enfermedad. Las larvas que presentan mayor susceptibilidad son aquellas que tienen entre tres y cuatro días de edad. Mediante el alimento, las esporas llegan al tracto digestivo de la larva o se adhieren a su cutícula cuando están en la celdilla. Los micelios del hongo empiezan a crecer en el intestino de la larva o en su cutícula. Penetran las

paredes digestivas y atraviesan los tejidos corporales hasta envolverla completamente; a partir de la cutícula también envuelven a la larva. La cría muere en la celdilla abierta u operculada endureciéndose, secándose y adquiriendo la apariencia de un pedazo de yeso.^{4, 5, 11, 12, 14, 15}

Cuadro Clínico. Los cuerpos de las larvas aparecen momificados tanto en la celdilla abierta u operculada o en la entrada de la piquera o en el suelo, ya que las obreras las sacan de los panales (Figura 2). El color blanquecino que adquieren las crías afectadas por la enfermedad se debe al color de los micelios del hongo.^{5,12}

Las crías de zángano resultan ser las más afectadas por este hongo. Cuando la infección ya es muy grave, al agitar el panal, suena como “sonaja” ya que las larvas momificadas están sueltas dentro de las celdas y chocan contra las paredes de la celdilla.^{4, 5}

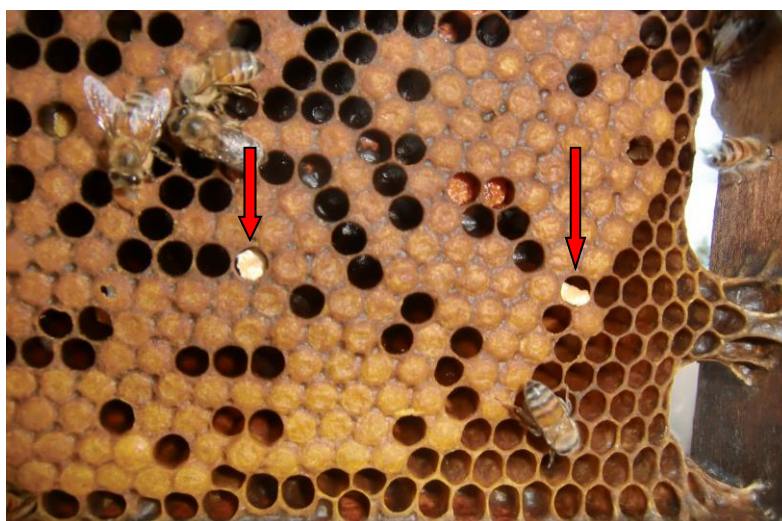


Figura 2. Celdas de panal con crías “momificadas” por cría de cal (Foto: Lázaro Guerrero y Prisilla De la Torre Monterrubio)

Diagnóstico. Se puede hacer el diagnóstico mediante los signos, pero también se puede hacer un diagnóstico de laboratorio mediante la prueba del “frotis húmedo” (Cuadro 2).^{4, 12, 13}

Prevención y tratamiento. La manera más efectiva de contrarrestar los efectos y aparición de esta enfermedad, es tomar medidas que impidan los factores predisponentes, tales como:

- a) Instalar el apiario en lugares protegidos del frío
- b) Colocar las colmenas en bases (se recomienda separarlas 30 cm del suelo)
- c) Inclinar las colmenas hacia el frente
- d) Reforzar o unir colonias débiles
- e) Tener las piqueras abiertas para que ayude a tener una ventilación correcta, cuando la población es muy grande o cerrarlas cuando la población es pequeña
- f) Seleccionar abejas con comportamiento higiénico
- g) Cambiar panales viejos de la cámara de cría, mínimo dos por año
- h) No introducir material contaminado a las colmenas para evitar la diseminación de la enfermedad

4.3.2. CRÍA DE PIEDRA

Conocida también como cría pétrea o aspergilosis. Es una enfermedad infecto-contagiosa, causada por un hongo. Esta enfermedad, que afecta tanto a larvas como a abejas adultas, no representa grandes pérdidas económicas para el apicultor.

Etiología. Esta micosis es causada por dos hongos del género *Aspergillus*, destaca el *Aspergillus flavus* y ocasionalmente el *Aspergillus fumigatus*. Los hongos de este género se encuentran comúnmente en el medio ambiente y pueden causar problemas a los humanos, ya sea de tipo respiratorio o por intoxicaciones. La forma de contagio de esta enfermedad también depende de sus esporas, que miden 2 μ de diámetro y son de color verdoso; las esporas se encuentran agrupadas en conidióforos.^{4, 5, 12, 13, 15, 16}

Epizootiología. Debido a que es muy común encontrar este tipo de hongos en el ambiente, se cree que la enfermedad alcanza una distribución mundial, pero sólo se ha reportado en Europa, Norteamérica y Sudamérica. En México, en el año de 1993, se identificó por primera vez por Tanús-Sánchez y Correa-Benítez en el estado de Morelos, sin embargo, hoy en día se desconoce su distribución en el país.¹²

Esta enfermedad afecta principalmente a las larvas y ocasionalmente a las abejas adultas. Al igual que las ascosferosis, esta enfermedad necesita de ciertos factores predisponentes para su desarrollo. Es común encontrarla en las épocas

de lluvia y de frío en su transmisión juegan un papel importante las malas prácticas de manejo.^{11, 12, 13}

Patogenia. Las larvas mueren por la acción de las aflatoxinas y por los daños que causan los micelios del hongo sobre el cuerpo de las larvas. Las crías que se ven más afectadas son las de zángano.^{4, 12}

Cuadro Clínico. También en esta enfermedad las crías adquieren un aspecto de momia, pero éstas tienen un color gris verdoso o amarillo verdoso. Este color es más notorio en la cabeza. Las momias se encuentran adheridas fuertemente al fondo de la celdilla, lo que dificulta su retiro de las celdas por parte de las abejas limpiadoras; razón por lo que algunas veces las sacan en pedazos y las tiran frente a la piquera (los restos que no pueden sacar los cubren con propóleos).

Para diferenciarla de la cría de cal, además de la coloración que adquieren las momias, cuando el hongo se está reproduciendo, al mover el panal no hace el ruido de “sonaja” ya que las momias se encuentran fuertemente adheridas a la celdilla.^{4, 11, 12}

Diagnóstico. Un diagnóstico de campo y diferencial con la cría de cal, se realizaría con base en los signos clínicos. El diagnóstico de laboratorio se hace mediante la prueba del “frotis húmedo” para identificar los conidióforos (Cuadro 2).^{12, 13, 21}

Prevención y tratamiento. Se recomiendan las mismas medidas que para la cría de cal. La miel de colonias enfermas no es recomendable para el consumo humano, ya que puede tener aflatoxinas, que al ser inhaladas crecen y causan

daños a nivel pulmonar. Se le recomienda al apicultor, cuando revise colonias enfermas por aspegilosis, que use cubrebocas para no aspirar las esporas del hongo.^{5, 12}

4.3.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA ENFERMEDADES DE LA CRÍA

Las medidas más importantes para la prevención de estas enfermedades son las buenas prácticas de manejo en el apiario, tales como:

- a) Revisión de las colmenas para observar signos de las enfermedades
- b) Evitar el pillaje y la deriva
- c) Flamear la cuña cada que se revise una colmena, especialmente si se sospecha que está enferma
- d) Revisar las colmenas que se sospeche estén enfermas al final
- e) Cambiar panales viejos de cámara de cría (por lo menos 2 al año)
- f) No se debe alimentar a las colonias con miel de las que están enfermas
- g) En colonias sanas no introducir reinas, abejas o panales de colonias enfermas
- h) Proporcionar alimentación artificial durante las épocas de escasez
- i) Mantener a las colonias fuertes
- j) Realizar el cambio anual de reinas
- k) Implementar un programa de selección genética sobre comportamiento higiénico

4.4 ENFERMEDADES PARASITARIAS DE LAS ABEJAS ADULTAS

4.4.1. VARROOSIS

Parasitosis externa contagiosa a la cual también se le conoce como varroasis o varroatosis. Es causada por ácaros del género *Varroa* que afectan a la cría y a las abejas adultas, especialmente de *Apis mellifera*. Debido a las grandes pérdidas económicas que causa, es considerada una de las enfermedades más importantes en apicultura.

Etiología. Originalmente, el ácaro que se identificó fue *Varroa jacobsoni* Oud. (cuyo huésped original es la abeja asiática *Apis cerana* Fabr.). Hasta antes del año 2000 se reconocía que *Varroa jacobsoni* era al ácaro responsable de la parasitosis en *A. cerana* y *A. mellifera*; no obstante, a partir de ese año se identificó —a través de técnicas moleculares— que el ácaro que parasita a *Apis mellifera* causándole graves daños era *V. destructor* (Anderson y Trueman), concluyendo que *V. jacobsoni* solo afecta a *Apis cerana* sin causarle daños, ya que esta abeja ha desarrollado, evolutivamente, mecanismos eficaces para contrarrestarlo.

En su estadio adulto las hembras de *V. destructor* tienen un cuerpo ovalado, aplanado ventralmente y convexo dorsalmente, con un color marrón y miden entre 1 a 1.7 mm largo y de 1.5 a 1.9 mm de ancho (Figura 3). El promedio de vida es de 90 y 100 días y pueden vivir un periodo corto de 9 días sin alimentarse, es decir, fuera de su hospedador.^{4, 5, 11, 17}



Figura 3. Varroa adulta vista dorsalmente (Foto: Prisilla De la Torre Monterrubio)

El macho adulto es de color blanquecino y tiene una forma triangular del cuerpo. Mide 0.7 a 0.9 mm largo y 0.7 a 0.8 mm ancho y muere poco tiempo después de aparearse, ya que deja de alimentarse.

El idiosoma (cuerpo) de las hembras, está conformado por el escudo dorsal cubierto por sedas (vellosidades) y ventralmente por escudos y cuatro pares de patas a los lados, que terminan en forma de ventosa, lo que le ayuda a sujetarse al cuerpo de la abeja (figura 4). Los dos primeros pares de patas tienen función olfativa y táctil, mientras que los otros dos pares sirven para la locomoción. En el gnatosoma (cabeza) encontramos los quelíceros (estructuras bucales), los cuales emplea para perforar la cutícula de la larva o pupa, así como los espacios de los segmentos del exoesqueleto de las abejas adultas, para alimentarse.



Figura 4. Varroas adultas vistas ventralmente (Foto: Prisilla De la Torre Monterrubio)

En sus estadios inmaduros, conocidos como huevo y protoninfa, tienen una coloración blanca y cuando llegan a deutoninfa (adulto) se empieza a esclerotizar su cutícula de tal forma que adquieren una coloración rojiza.^{4, 5, 11, 12, 17-20}

Epizootiología. Las primeras descripciones se hicieron sobre *V. jacobsoni* por el zoólogo Oudemans al estudiar abejas (*Apis cerana*), a partir de ácaros recolectados en la isla de Java en 1904 por Jacobson. A través del largo tiempo de relación huésped-parásito, las abejas *A. cerana* desarrollaron mecanismos de resistencia contra *Varroa*, lo cual se traduce en menores daños para ellas. Por el contrario, para las abejas *A. mellifera* los daños que *V. destructor* les causa son mayores, ya que para estas abejas es un parásito relativamente nuevo.

Los primeros datos de la infestación de varroa en abejas *Apis mellifera*, fueron obtenidos en los años 60's en países como Japón, China y el este de Rusia.

Fue en los años 60's cuando este parásito comenzó a diseminarse por otros países, ya sea por la migración natural de las abejas o por el movimiento de colmenas y material biológico entre diferentes países. Es así que de estar confinado en Asia, pasó a Europa y al norte de África. Se cree que llegó al continente americano (Paraguay) en los años 70's, debido a la introducción de abejas reinas provenientes de Japón.¹²

Existen dos haplotipos conocidos de *V. destructor*. El haplotipo ruso es el más patógeno y se encuentra distribuido en la mayor parte del mundo; en particular en regiones templadas en las que prevalecen estaciones definidas con clima frío y el haplotipo japonés que es menos patógeno que el primero, localizándose en Japón y probablemente en Brasil.^{4, 5}

Este parásito es de distribución mundial, aunque todavía para el año 2012 no se había reportado en Australia. En México se detectó por primera vez en el año de 1992 en el Estado de Veracruz.^{4, 12}

La transmisión de esta enfermedad depende tanto de factores internos como externos. En los factores internos se incluyen aquellos ligados a la biología de las abejas, tales como el pillaje, la deriva, la entrada de zánganos a cualquier colmena o la invasión por enjambres. Dentro de los factores externos están las malas prácticas de manejo en el apiario.^{4, 12, 17, 19, 20}

Patogenia. El ciclo biológico de *V. destructor* se compone de dos grandes fases: una forética y otra reproductiva. La fase reproductiva es la que se lleva a cabo dentro de las celdas de las crías de obreras y de los zánganos; mientras que la

fase forética es aquella donde las hembras de varroa utilizan a las abejas como medio de transporte y disseminación.¹⁹

El ciclo biológico de este parásito inicia cuando se alimenta de la hemolinfa de las abejas adultas. El contacto tan estrecho que existe entre las abejas de la colonia permite que el parásito pueda infestar a otras abejas, sobre todo a las abejas nodrizas, las que al alimentar a las larvas facilitan la entrada del ácaro hembra a las celdas antes de que sean operculadas. Ya una vez dentro de la celda, el ácaro se conduce al fondo de la celda para sumergirse en el alimento larval, ello para protegerse de la remoción por parte de las abejas.^{4, 12, 16, 19}

Después que la celda es operculada (60h), el ácaro sube al cuerpo de la prepupa para iniciar la postura sobre ella, siendo esta actividad estimulada por la succión de su hemolinfa. El primer huevo que se desarrolla da origen a un macho y los siguientes a hembras. El intervalo de tiempo entre la postura de un huevo y otro es de aproximadamente 30 h. Cuando varroa infesta a una cría de obrera se generan un macho y tres a cuatro hembras, mientras que en la de zángano se generan un macho y cinco a seis hembras.¹²

La viabilidad de la progenie de varroa depende del número de ácaros que alcancen la madurez sexual y se logren aparear. No todos los descendientes alcanzan la madurez reproductiva, por ello entre más dure el tiempo en que la cría está en operculación, más se favorece el desarrollo de la madurez y por tanto, la viabilidad reproductiva. De esta manera, en una celda de obrera se pueden generar, en promedio, un macho y dos hembras adultas (reproductivamente

viabiles) y en una celda de zángano, un macho y tres a cuatro hembras fecundadas.^{12, 19}

Los estadios de desarrollo de varroa son los siguientes: huevo, protoninfa, deutoninfa y adulto. Las hembras del ácaro poseen una espermateca donde almacenan los espermatozoides, los cuales utilizan para fertilizar sus huevos, lo que dará origen a una hembra. Una vez que las obreras alcanzan su estado adulto emergen de sus celdas con la varroa progenitora o fundadora, así como con todas aquellas hembras que fueron fecundadas. El macho y los estadios inmaduros mueren dentro de la celda; pero si llegan a salir con la abeja, mueren poco tiempo después. La muerte del macho ocurre porque sus estructuras bucales le sirven como órgano copulador y no para alimentarse, por lo que muere de inanición. El ciclo completo de varroa dura de seis a siete días.^{12, 19}

Después de salir de la celda, las hembras fecundadas de varroa pueden parasitar otras abejas, mismas que utilizan como medio de transporte y alimentación, o bien se introducen a otras celdas para parasitar a las crías. Una hembra de varroa puede llegar a vivir en promedio de dos a ocho meses en una colmena y puede llegar a tener uno y medio ciclos reproductivos.¹⁹

El efecto que varroa tiene sobre las abejas comienza cuando se alimenta de la hemolinfa de ellas, ya que ocasiona una disminución de su contenido proteico, lo cual implica una desnutrición de las abejas. Ésto a su vez provoca una reducción de las defensas celulares y humorales, haciendo a las abejas más susceptibles a otras enfermedades. Como consecuencia adicional de la alimentación a partir de

hemolinfa, las abejas emergen con bajo peso, menor tamaño y en ocasiones pueden emerger sin alas o con alas y patas deformes, reduciendo así la mitad de su tiempo de vida.^{4, 11, 12, 19}

La varroa posee quelíceros con los cuales perfora la cutícula de las prepupas y pupas para poder alimentarse. Al momento de alimentarse también puede inocularles virus, tales como: cría sacciforme, parálisis aguda, parálisis crónica, parálisis aguda israelí, alas deformes y Cachemira. Además, debido a que varroa es portadora de esporas tanto de hongos como de bacterias, que afectan tanto a las crías como a las abejas adultas, puede transmitir enfermedades como las loques y la ascosferosis.

Cuando las infestaciones por varroa son altas, existe pillaje, lo cual exacerba su dispersión.^{4, 12}

Cuadro Clínico. Los ácaros se pueden observar sobre los cuerpos de las abejas adultas o sobre las crías dentro de las celdas operculadas; más comúnmente en las crías de zángano. También se puede observar una disminución de la población. Asimismo, se puede observar que las abejas se quieren quitar al ácaro de su cuerpo (comportamiento de acicalamiento) o que se evaden como mecanismo para reducir el nivel de infestación (abejas africanizadas). En infestaciones altas se pueden encontrar abejas sin alas, con alas deformes o bien el cuerpo deforme. En infestaciones bajas es difícil detectar la presencia del ácaro, debido a que se aloja en la parte ventral del abdomen de la abeja y no podemos verlo con facilidad.^{4, 12, 19}

Diagnóstico. Se puede realizar observando al ácaro sobre el cuerpo de las abejas adultas o dentro de las celdas operculadas, particularmente en la cría de zángano. Existen varias técnicas que nos pueden indicar la presencia del ácaro en la colmena y otras que nos revelen el grado de infestación en la colonia, dentro de ellas están: ^{4, 8, 12, 18, 19, 21}

- a) **Prueba de éter.** Este es un método de diagnóstico a nivel de campo que consiste en recolectar 200 abejas de los panales en un frasco de boca ancha, al cual se introducen de dos a tres descargas del éter en aerosol, el frasco se cierra y se agita 10 a 15 segundos. El efecto del éter es hacer que los ácaros se desprendan del cuerpo de las abejas y se adhieran a las paredes del frasco para poder observarlos. La desventaja de esta prueba es que no permite hacer una medición cuantitativa y rápida, de los niveles de infestación.^{4,12}
- b) **Trampa pegajosa de piso.** La trampa se debe colocar en el piso de la colmena para que los ácaros que caen, ya sea porque las abejas se los retiran del cuerpo o por mortandad natural, se recolecten al quedar pegados en la trampa. La trampa consta de una tabla de madera o triplay a la cual se le adapta un marco, también de madera, cuyas medidas corresponden a unos cuantos centímetros menos de lo que es el largo y ancho del piso de la colmena (para poderla introducir entre el piso y la cámara de cría). Sobre el marco se engrapa una malla de alambre de ocho cuadros por pulgada lineal, lo que genera un espacio (1 cm) entre la tabla que sirve de base y la malla.

Esto permite que se introduzca y retire fácilmente una hoja de papel cartulina o una lámina delgada de metal (aluminio o fierro galvanizado) cubierta con manteca vegetal o petrolato para que se adhieran las varroas.¹²

La trampa se deja de tres a cuatro días; una vez pasados estos días se retira la hoja de cartulina (o la lámina) previamente identificada con los datos necesarios y se introduce en una bolsa de plástico o se recolectan los ácaros con una espátula. Después se hace un conteo de los ácaros y se divide esta cantidad entre el número de días que estuvo colocada la trampa, de tal forma que se obtendrá un promedio del número de ácaros que cayeron por día.

- c) **Detección en cría de zángano.** Esta alternativa de diagnóstico conlleva el abrir celdas que contengan pupas de zángano. Esto se puede hacer mediante un peine o tenedor desoperculador, el cual se inserta en las celdas de zánganos para que al retirarlo con todo y crías se observen los ácaros sobre el cuerpo de las prepupas o pupas.¹²
- d) Además de las técnicas de campo para el diagnóstico para varroa, también se puede realizar un diagnóstico cuantitativo, de laboratorio, que permita conocer los niveles de infestación que presenta una colonia. El método oficialmente reconocido se basa en aplicar la técnica de “David de Jong” que se expone más adelante en el manual (Cuadro 3).^{4, 18}

Prevención, control y tratamiento. Las medidas a emplear son: ^{4, 5, 8, 12, 17}

-Panal trampa. Esta trampa consiste en estimular la crianza de zánganos con el fin de que al infestarlos con varroa, aprovechando la mayor atracción que tiene el parásito hacia ellos puedan ser eliminados. Para esta trampa se deben introducir bastidores con hojas de cera estampada con impresión para celda de zángano, esto en época de floración. Otra forma es introducir bastidores que en su parte superior tengan un guía de cera estampada con celdas para obrera; las obreras construirán panales para celda de zángano. Cuando los zánganos estén en la etapa de prepupa se deben retirar los panales de la colmena destruyendo las celdas que los contengan. Para la destrucción tanto de la cría del zángano como de la varroa (interrumpir su ciclo), se utiliza un peine desoperculador, el cual se inserta en las celdas para quitar el opérculo y destapar las celdas, esto facilita la extracción de las crías parasitadas para que las celdas o los panales sean lavados con agua a presión. Otra forma para el control de la varroa es la congelación de estos panales por 24 a 48 horas y regresarlos a la colmena, para que las abejas los limpien y puedan volver a usarse, ya que con esta técnica se evita la destrucción del panal y el gasto irracional de agua.¹²

-Acaricidas sintéticos. Los acaricidas de este tipo constituyen unos de los tratamientos más utilizados, ya durante los primeros años de su empleo pueden tener una eficacia mayor al 90%. No obstante, después de cierto tiempo, varroa puede desarrollar resistencia, o bien, se pueden contaminar los productos de la colmena con residuos químicos que resultan ser tóxicos para la salud humana y

para las abejas. Si se opta por usar este tipo de acaricidas para el control y tratamiento contra varroa se deben rotar año con año, lo que puede reducir la resistencia al producto. Es de suma importancia no utilizar estos productos durante la época de floración y cosecha, y cuando se apliquen, se deben retirar por lo menos seis semanas antes de la floración. Los desechos (tiras del producto) de los acaricidas aplicados se deben retirar y depositar en contenedores especiales para evitar contaminación del ambiente. Entre los acaricidas sintéticos autorizados en México encontramos:

1) Flumetrina en tiras. Nombre comercial Bayvarol ® (Laboratorios Bayer). Perteneciente al grupo de los piretroides y que actúa igual que el fluvalinato. La forma de aplicación consiste en colocar cuatro tiras distribuidas en los bastidores de la cámara de cría y dejarlo por seis semanas, tiempo en se deben retirar.¹²

2) Tau-fluvalinato en tiras. Marca comercial Apistan® (Laboratorios Vita y Laboratorios Novartis). Acaricida perteneciente a los piretroides que mata a los ácaros cuando el producto liberado entra en contacto con la cutícula del cuerpo de los ácaros. La forma de aplicación es por colmena, colocando dos tiras del producto una entre los bastidores 3 y 4 y la otra entre el bastidor 7 y 8 de la cámara de cría, dejando actuar el producto durante seis semanas. Se debe retirar el producto al cabo de las seis semanas para prevenir el desarrollo de resistencia al producto, así como la contaminación de los productos de la colmena.¹²

3) Amitraz líquido. Nombre comercial Colmesan® de Laboratorios Lavet o Laboratorios Masse. Este producto actúa al evaporarse, la manera de aplicación es llenar un recipiente de 10 ml de la solución y se debe colocar en los bastidores de la cámara de cría, sobre los cabezales, dando dos tratamientos con intervalos de 10 días entre ambos tratamientos.

-Acaricidas de origen natural. También catalogados como ácidos orgánicos o como aceites esenciales. Entre sus ventajas se encuentran la baja probabilidad que tienen de crear resistencia por parte del ácaro. Además, no contaminan la miel ni otros productos de la colmena ya que muchos de ellos se encuentran de forma natural en la miel o en las plantas, por lo anterior son aceptados por la Unión Europea. A pesar de ello, lo recomendable al igual que con los acaricidas sintéticos, es que su administración se realice fuera de las épocas de floración y de flujo de néctar.

Entre las desventajas que pueden presentar este tipo de productos son que bajo ciertas condiciones varía su eficacia, esto se debe a que su modo de actuar es por evaporación y depende tanto de las condiciones ambientales como del vehículo con el que se aplique, todo esto hace que se dificulte calcular la dosis ideal, por ello la dosificación dependerá tanto de las condiciones climáticas como del vehículo que se emplee para su liberación. Entre los acaricidas naturales comerciales se encuentran los siguientes: ¹²

- 1) **Timol líquido.** Nombre comercial Happy Varr® (Laboratorios VEDI). La solución del producto es timol sólo o combinado con eucalipto y alcanfor. El timol proviene de la planta del tomillo (*Thymus spp.*). La manera de aplicar el producto consiste en impregnar 20 a 25 ml del producto en dos piezas de cartón corrugado de 22 x 5 x 0.5 cm y colocarlo sobre los bastidores de la cámara de cría. El tratamiento se debe aplicar tres veces con un intervalo de siete días entre ellos. Actualmente la autorización de este producto solo es para trópico.
- 2) **Timol en gel.** Nombre comercial Apiguard® (Laboratorios Vita o Laboratorios Novartis). El ingrediente activo está integrado en un gel inocuo para las abejas (contenido en una charola dosificadora), de tal manera que lo pueden ingerir. El producto se aplica colocando una charola sobre los bastidores de cámara de cría por un lapso de dos semanas, y una vez pasadas estas dos semanas, se debe sustituir por otra charola. La duración del tratamiento es de cuatro a seis semanas. Si el timol se llegara a sobredosificar, por ejemplo cuando hay mucho calor, puede llegar a existir evasión de la colonia de abejas.
- 3) **Ácido fórmico.** Nombre comercial Apiplus® (Laboratorios PRONABIVE). El producto se presenta en una solución de 80 ml de ácido fórmico al 65%. El tratamiento de una colmena consta de la utilización de cuatro bolsas del producto. Cada una de estas bolsas contiene en su interior otra bolsa que tiene el ingrediente activo y una mecha liberadora. Para su aplicación se

perfora la bolsa interna (la que contiene el ácido) con un palillo, de manera que el contenido se libere dentro de la bolsa externa y entre en contacto con la mecha liberadora para que el ácido se evapore lentamente. Cada bolsa se coloca en la cámara de cría, sostenida entre dos bastidores, aplicando una bolsa cada cuatro días hasta terminar las cuatro bolsas. Debido a que el ácido fórmico es cáustico, se deben tener ciertas precauciones, tales como no derramar el producto, utilizar guantes, mascarilla y lentes industriales; sobre todo al preparar presentaciones artesanales.

- 4) **Ácido oxálico.** Este ácido proviene de plantas de la familia de las Oxalidáceas y resulta altamente tóxico para varroa y poco para las abejas. Su eficacia se ve disminuida cuando existe mucha cría en la colmena. Como aún no existe en el mercado un producto comercial, todavía se prepara de manera artesanal. Para ello, se prepara un jarabe de agua y azúcar al 50%, al cual se le diluye 5% del ingrediente activo. Para aplicar el tratamiento se deben chorrear 5 ml de la solución directamente sobre las abejas, entre los espacios de los bastidores de la cámara de cría. Las abejas que quedan mojadas por el producto se limpian entre ellas y empiezan a distribuir el producto en la colmena. El tratamiento se debe repetir dos veces por semana por dos semanas.

Otra forma de aplicación del producto es mediante vapores. Para esto se deben colocar 2 a 3 g del producto en polvo sobre la placa de un

vaporizador metálico, el cual se coloca en la piquera. Los cables del vaporizador se deben colocar a una batería de auto de 12.5 V para que calienten la placa y el ácido pueda vaporizar. El tratamiento aplicado de esta manera también debe administrarse dos veces por semana por dos semanas.

4.4.2. ACARIOSIS TRAQUEAL

También se le conoce como acarapidosis, acariasis o enfermedad de la Isla de Wight. Es una parasitosis interna que afecta a las tráqueas de las abejas adultas. La primera vez que se vio a este ácaro fue en la Isla de Wight en el Canal de la Mancha.^{12, 16}

En México su detección fue en 1980 por Wilson y Nunamaker, ocasionando grandes pérdidas económicas. En la actualidad no es muy común encontrarlo, pero de llegarse a encontrar, los niveles de infestación suelen ser bajos.⁴

Etiología. El agente causal recibe el nombre de *Acarapis woodi* (Rennie), el cual es un ácaro microscópico, que posee cuatro pares de patas. Su tamaño depende del sexo de éste; las hembras miden 120 a 150 μ de largo y 60 a 80 μ de ancho; el macho es más pequeño, mide 80 a 100 μ de largo y 40 a 60 μ de ancho. Los huevos y ninfas (formas inmaduras) llegan a hacer más grandes que los adultos. Este ácaro posee una gran cantidad de pelos táctiles o sedas los cuales le sirven para localizar los espiráculos de las tráqueas de las abejas y para poder moverse

sobre el cuerpo de las abejas. Poseen un aparato bucal, que les ayuda a perforar las tráqueas y a alimentarse de la hemolinfa.^{4, 5, 11-14}

Epizootiología. El ácaro se distribuye mundialmente, aunque existen dos países que se reportan libres: Australia y Nueva Zelanda. Hasta los años de 1970 fue cuando se encontró esta enfermedad en el continente americano y para 1981 estaba distribuida en la mayoría de los países del continente.

Este ácaro afecta a abejas jóvenes de hasta nueve días de edad, parasitando las tráqueas y los sacos aéreos; abejas mayores a esta edad son inmunes a la infestación del ácaro.

Es más común encontrar la enfermedad cuando existen periodos prolongados de encierro, como ocurre en épocas de lluvia, vientos, frío y de poca floración, debido al contacto tan estrecho que existe entre abejas dentro de la colmena y que la longevidad de ellas permita el desarrollo del ácaro.

Uno de los factores que ayudan a la diseminación de esta parasitosis son las malas prácticas de manejo, pillaje, deriva y enjambres los cuales pueden transmitir la enfermedad cuando ingresan a algún apiario o también por la compra e introducción de reinas enfermas. Este ácaro es incapaz de sobrevivir sin un hospedador, ya que si no se encuentra en él muere a las 12 horas.^{4, 11, 12, 14, 16, 20}

Patogenia. La hembra es la que parasita a las abejas jóvenes, esto ocurre cuando por contacto físico adquirieron el ácaro de abejas de mayor de edad (mayores a 14 días) que ya estaban parasitadas. El ácaro pasa de la abeja enferma a la abeja joven, sujetándose de las vellosidades de las abejas. Posteriormente, guiada por

el aire que la abeja hace al respirar, llega al espiráculo y penetra hacia las tráqueas.

Ya que está alojada en la tráquea la hembra empieza a ovopositar entre 5 y 6 huevos. Estos eclosionan a los tres días dando lugar a las ninfas y pasadas dos semanas se convierten en adultos. Los adultos copulan en el interior de las tráqueas y las hembras quedan fecundadas y así dan lugar a la siguiente generación de ácaros en esa tráquea o salen a infestar otras abejas. Los ácaros pueden infestar una tráquea o ambas.

Las ninfas y los ácaros adultos se alimentan de la hemolinfa que succionan de las paredes de las tráqueas, que perforan con los quelíceros, esto da lugar a lesiones de melanización y queratinización (manchas oscuras).

Las abejas pierden la habilidad para volar, debido a la disminución en el aporte de oxígeno que llega a los músculos del vuelo, provocada por la obstrucción de las tráqueas por el ácaro. También hay debilidad general debido a la pérdida de la hemolinfa de la que se alimenta el ácaro y por la acciones de las toxinas de éste sobre la abeja. Esta enfermedad reduce la vida de la abeja hasta en un 30%.^{5,11,12,15,16}

Cuadro Clínico. Dentro de los signos clínicos se pueden encontrar: abejas con alas “dislocadas” sin capacidad para volar, distensión abdominal, tórax desprovisto de vellosidades, negro y brillante, abejas muertas o moribundas afuera de la piquera, pérdida del instinto de agujoneo, también se pueden ver abejas trepando

por hojas o en las hierbas para retornar a la colmena; esto común en días fríos, con sombra, en colonias que hayan sufrido periodos prolongados de encierro.^{4, 12}

Diagnóstico. Para el diagnóstico de esta parasitosis es necesario remitir muestras al laboratorio. Para esto, se debe hacer un muestreo anual de por lo menos el 20% de las colmenas del apiario para realizar su análisis microscópico en el laboratorio, esto, mediante la técnica de “disección de anillos torácicos” (Cuadro 4).^{4, 12, 21}

Tratamiento. El tratamiento de esta enfermedad se recomienda aplicar cuando los niveles de infestación son mayores al 30%. Los tratamientos más recomendados corresponden a los mismos que se mencionaron para la varroosis. Por otro lado, existe la posibilidad de desarrollar un método de control, que además de ser inocuo para las abejas y para el ser humano, puede llegar a ser más promisorio; este se refiere al desarrollo de abejas resistentes al parásito. No obstante, es posible que en México su desarrollo se logre a muy largo plazo.^{4, 5, 12}

4.5 ENFERMEDADES MICÓTICAS DE LAS ABEJAS ADULTAS

4.5.1. NOSEMOSIS

Es conocida también como nosemiiasis o enfermedad de la desaparición espontánea. Es una enfermedad infecto-contagiosa causada por un hongo *Microsporidio* que afecta al tracto digestivo de las abejas adultas. Cuando el nivel de infestación es muy alto existe debilitamiento y muerte prematura de las abejas. Donhoff en el año de 1857 fue el primero en observar las esporas de este hongo. Para el año de 1909 Zander la denominó nosemosis e identificó que las esporas eran la causa de esta enfermedad.^{4, 5, 12}

Etiología. Existen dos especies de hongo pertenecientes al género *Nosema* que son los responsables de causar esta enfermedad. Las especies causantes son *Nosema apis* Zander, y *Nosema ceranae*. Ambas especies, como mecanismo de resistencia, tienen la capacidad de formar esporas y actúan como parásitos intracelulares obligados se reproducen y viven en el tubo digestivo de las abejas (forma vegetativa).

Las esporas son ovaladas de 4 a 6 μ largo y de 2 a 4 μ de ancho (Figura 4). En el interior de la spora se encuentra la forma vegetativa del hongo, que cuenta con dos núcleos y un filamento polar. El filamento polar es un tubo con luz enroscado en el interior de la spora y que a su vez sale de ésta, alcanzando hasta un tamaño 70 veces mayor que la spora. Para que la forma vegetativa del hongo salga de la spora requiere del filamento. Las esporas pueden permanecer viables

durante meses, pero también son susceptibles a temperaturas altas de 40°C e inferiores a 0°C o a fumigantes específicos.^{4, 11-13, 20}

Epizootiología. La nosemosis causada por *N. apis* presenta una distribución mundial. En México en 1980, se hicieron las primeras publicaciones sobre la observación de esporas de este hongo por Guzmán-Novoa.

La nosemosis causada por *N. apis* puede presentarse durante todo el año, pero es más evidente en épocas de lluvia y frío; periodos en los cuales las abejas están en un contacto estrecho, es decir, en periodos largos de encierro, por lo que las abejas defecan dentro de la colmena, lo que favorece la diseminación de la enfermedad.

Cuando las abejas defecan dentro de la colmena, los panales con excretas son los portadores de las esporas de nosema y por ello son el foco de infección más importante.

Los factores que pueden predisponer la aparición de la enfermedad son el pillaje, malas prácticas de manejo (uso de equipo contaminado) y compra de reinas de criaderos que padezcan la enfermedad.

Por lo que respecta a la nosemosis causada por *N. ceranae*, se tiene poca información epidemiológica, debido a que aún no se han desarrollado trabajos a nivel regional o nacional que den seguimiento a la enfermedad.^{4, 5, 11, 14, 16}

Patogenia. Cuando las abejas se encuentran en periodos prolongados de encierro tienen la necesidad de defecar dentro de la colmena, específicamente sobre los panales, por lo que quedan contaminados con esporas. Las obreras limpiadoras

(jóvenes) adquieren la enfermedad al limpiar estos panales; la reina se infecta cuando es alimentada con la jalea real que le dan las abejas nodrizas que están ya enfermas y los zánganos se infectan cuando son alimentados vía trofolaxia.

El ciclo biológico del patógeno dura aproximadamente siete días. Una vez que la espora es ingerida, llega al ventrículo y ahí, por un aumento en la presión osmótica, se abre el micrópilo por donde sale el filamento polar, atravesando, con una estructura arponada, la pared de la célula epitelial. La forma vegetativa es inyectada en el interior de la célula epitelial, ya que viaja a través del filamento polar.^{4, 5, 11, 12}

Una vez dentro de la célula, el hongo pasa a su estadio de planonte que se alimenta y reproduce gracias a la célula, después pasa a meronte y a esporoblasto para finalmente pasar a su último estadio de espora.^{4, 12, 15}

Cuando hay un gran número de esporas en la célula epitelial, explota y las esporas se liberan al lumen del tracto digestivo; liberando entre unas 30 y 50 mil esporas en el tracto digestivo. De las esporas que son liberadas, algunas germinan e infectan a las demás células epiteliales otras se acumulan en el recto y así son liberadas en las heces.^{4, 12}

Si la infección a las células epiteliales continúa, las funciones digestivas se ven inhibidas (dos o tres semanas después), teniendo como consecuencia el debilitamiento y muerte temprana de la abeja.

Este microorganismo se puede diseminar a otros tejidos como los túbulos de Malpighi, músculos torácicos, tejido adiposo, glándulas hipofaríngeas y los ovarios,

lo que origina la disfunción de éstos. Las abejas nodrizas que padecen la enfermedad reducen su producción de jalea real, las reinas bajan su postura y su descendencia se torna poco viable.^{4, 11}

Todos los daños que provoca este microsporidio se ven reflejados en la reducción de la productividad, la población y en casos muy severos la pérdida de las colonias.¹²

Cuadro Clínico. Los signos que presenta esta enfermedad se manifiestan cuando el problema ya es severo. Se puede observar manchas de heces en la entrada de la colmena, abejas con abdomen distendido, abejas moribundas. Las reinas enfermas son reemplazadas por las abejas de la colonia.^{4, 11}

Diagnóstico. Para el diagnóstico de esta enfermedad se debe remitir la muestra al laboratorio para conocer los niveles de infestación (Figura 5). La prueba de diagnóstico que se implementa para esta enfermedad es la que se conoce como “método de Cantwell” misma que constituye a la vez, una prueba cualitativa y cuantitativa (Cuadro 5).^{4, 21}

Tratamiento. En México no se tiene autorizado ningún fármaco para tratar la nosemosis, ya que puede contaminar la miel y otros productos de las abejas, situación que afectaría las exportaciones de miel a la Unión Europea. Sin embargo, se pueden aplicar fumigaciones con productos naturales al material y equipo apícola. En los Estados Unidos y Europa se utiliza el ingrediente activo

conocido como fumagilina (Fumidil B®). Este producto se aplica cuando los niveles de infestación superan el millón de esporas por abeja.

La fumagilina es un antibiótico eficaz contra la forma vegetativa del hongo, pero no destruye las esporas, es decir, solo controla la enfermedad. El producto se aplica a través de un jarabe de azúcar, mezclando 25 mg del producto por cada litro, pero se deben proporcionar 4L de jarabe medicado por colonia, es decir, un total de 100 mg del producto.¹²

Fumigación. Los panales se deben fumigar con una dilución de ácido acético al 80% (4 partes de ácido acético glacial por uno de agua), ya que los gases liberados de esta dilución son eficaces para actuar en contra de las esporas de ambas especies de nosema. La forma de aplicación consiste en apilar las cámaras de cría de las colmenas cuyas colonias estuvieron enfermas, después se moja un trapo con 150 mL de la dilución y se coloca sobre los cabezales de los bastidores de cada colmena. Después de una semana, la fumigación deja inviables las esporas del hongo.

Para evitar la presencia de esta enfermedad, se deben emplear buenas prácticas de manejo apícola, tales como evitar el intercambio de material apícola, cambio anual de reina, alimentación artificial durante épocas de escasez, cambio anual de panales de la cámara de cría (mínimo 2 al año). Colocar apiarios en zonas donde no exista mucha sombra y donde no se estanque el agua. Teniendo en cuenta estas medidas se pueden disminuir los niveles de incidencia de la enfermedad.

4.5.2 MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS ADULTAS

- ✓ Tomar las medidas necesarias de prevención de enfermedades en las crías
- ✓ Cambio anual de reinas. Se debe considerar que las reinas provengan de criaderos certificados que aseguren la calidad genética y sanitaria de las mismas
- ✓ Hacer un muestreo anual del 20% de las colmenas del apiario para hacer un diagnóstico de las enfermedades más importantes
- ✓ Hacer el diagnóstico, mínimo unos cuatro meses antes de la floración, para conocer el estado sanitario de los apiarios, y de ser necesario dar el tratamiento adecuado
- ✓ No introducir enjambres
- ✓ Evitar el intercambio indiscriminado de panales entre colmenas, sin antes conocer si existen colonias enfermas
- ✓ Cambiar anualmente por lo menos dos panales de la cámara de cría
- ✓ Colocar los apiarios en sitios donde no haya viento, húmedad o temperaturas muy extremas

4.6 CUADROS DE PROCEDIMIENTOS BÁSICOS DE LABORATORIO PARA EL DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES DE LAS ABEJAS


Cuadro 1. Diagnóstico de Loque americana y Loque europea

	Procedimiento de laboratorio	
Nombre del procedimiento: Loque americana (<i>Paenibacillus larvae larvae</i>) y Loque europea (<i>Melissococcus plutonius</i>)		Código: HL04
Objetivo: Determinación del tipo de enfermedad		
Elaboró: Prisilla Crysel De la Torre Monterrubio		Fecha: 02 julio 2012
Aprobó: Arnulfo Ordoñez Maldonado		Fecha de aprobación:
Producto: Determinación del tipo de enfermedad		
Administrador del proceso: MVZ encargado de laboratorio		
Descripción	Recursos (material)	
1. Preparación del frotis (se describirá en los siguientes pasos)	1. Cubreobjetos 22x22mm 2. Portaobjetos 25x75mm 3. Mechero (para desinfectar el asa) 4. Asa de platino 5. Microscopio compuesto 6. Aceite de inmersión Reactivos: Agua destilada y fuscina fénica al 90%	
2. Sacar la larva afectada de la celdilla con la pinzas de disección		
3. Mezclar la larva con una gota de agua destilada en un cubreobjetos hasta formar una película opaca		
4. Fijar el frotis (se expone 2 seg. a la flama del mechero)		
5. Se coloca fuscina fénica al 90% al portaobjetos hasta cubrirlo se deja por 5 seg.		
6. Enjuagar con agua el frotis hasta quitar el excedente de la fuscina fénica al 90%		
7. Se quita el excedente de agua con un sanita		
8. Colocar dos gotas de aceite de inmersión en un portaobjetos		
9. Colocar el cubreobjetos con la muestra teñida sobre el portaobjetos con las gotas de aceite de inmersión		
10. Observar en el microscopio compuesto en el objetivo 40x		
11. Muestra positiva se observan las esporas flotantes (en las áreas donde se estanca agua con las gotas de aceite) las esporas de loque americana muestran movimiento Browniano y las esporas de loque europea se observan fijas.		


Cuadro 2. Diagnóstico de Cría de cal y Cría de piedra

	Procedimiento de laboratorio	
Nombre del procedimiento: Cría de cal (<i>Ascosphaera apis</i>) y Cría de piedra (<i>Aspegillus fumigatus, flavus</i> o <i>niger</i>)	Código: HC05	
Objetivo: Determinación de la enfermedad		
Elaboró: Prisilla Crysel De la Torre Monterrubio	Fecha: 02 julio 2012	
Aprobó: Arnulfo Ordoñez Maldonado	Fecha de aprobación:	
Producto: Determinación del tipo de enfermedad		
Administrador del proceso: MVZ encargado de laboratorio		
Descripción	Recursos (material)	
1. Con las pinzas de disección se toma una larva afectada del panal	1. Cajas petri de plástico 2. Asas de platino 3. Mechero para desinfectar asas 4. Agua destilada 5. Portaobjetos 25x75mm 6. Cubreobjetos 22x22mm 7. Microscopio compuesto 8. Pinzas de disección 12cm	
2. Se coloca en la caja petri		
3. Se le agrega agua destilada y se hace un macerado con el asa		
4. Se toma con el asa un poco del macerado y se coloca en el portaobjetos		
5. Se le coloca un cubreobjetos sobre el portaobjetos		
6. Se observa en el microscopio compuesto con el objetivo 40x para observar las ascosporas y conidias de los hongos respectivamente (anexo 8)		


Cuadro 3. Diagnóstico de Varroosis

	Procedimiento de laboratorio	
Nombre del procedimiento: Varroosis (<i>Varroa destructor</i>)	Código: HV01	
Objetivo: Determinación de los niveles de infestación		
Elaboró: Prisilla Crysel De la Torre Monterrubio	Fecha: 02 julio 2012	
Aprobó: Arnulfo Ordoñez Maldonado	Fecha de aprobación:	
Producto: Determinación de los niveles de infestación		
Administrador del proceso: MVZ encargado de laboratorio		
Descripción	Recursos (material)	
1. Selección de las muestras a evaluar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alcohol al 70% 2. Cajas de petri de plástico 3. Pinzas de disección 12 cm 4. Cronometro 5. Agitadores de vidrio 6. Soporte universal con arillo metálico 7. Envase de agua de 1L (se le debe cortar el fondo y usarse de forma invertida a su posición normal) 8. Malla criba 9. Tela de nylon tipo organza 10. Calculadora 11. Contador manual (clicker) 12. Recipiente de boca ancha de un galón (para recolectar el alcohol) 13. Envase de plástico de 250ml 14. Embudo de plástico del tamaño del recipiente de boca ancha de un galón 	
2. Sacar la hoja de identificación de la muestra y colocarla en una caja petri		
3. Se agitan las abejas en el recipiente de la muestra durante 1min para desprender las varroas		
4. Se vacía la muestra en la botella invertida que está en el soporte universal y se le agrega alcohol al 70% para cubrir a todas las abejas		
5. Se agita durante otro minuto con la varilla de vidrio para desprender las varroas que faltaban		
6. Vaciar el contenido en el envase a través del embudo que contiene la tela de nylon de tejido cerrado		
7. Contar el número de varroas que quedaron en la tela y las que pudieron haber quedado retenidas en la botella y su tapa		
8. Contar el número de abejas		
9. Regresar las abejas a su frasco original con su hoja de identificación		
10. Realizar la ecuación para determinar el nivel de infestación: $\text{No. de ácaros} / \text{no. de abejas} \times 100$		
11. Llenar formato de registro (anexo 2)		

Cuadro 4. Diagnóstico de Acariosis traqueal

		Procedimiento de laboratorio	
Nombre del procedimiento: Acariosis traqueal (<i>Acarapis woodi</i>)		Código: HA02	
Objetivo: Determinación de los niveles de infestación			
Elaboró: Prisilla Crysel De la Torre Monterrubio		Fecha: 02 julio 2012	
Aprobó: Arnulfo Ordoñez Maldonado		Fecha de aprobación:	
Producto: Determinación de los niveles de infestación			
Administrador del proceso: MVZ encargado de laboratorio			
Descripción		Recursos (material)	
1. De la muestra anterior a la que se le realizó la prueba de varroa se toman diez abejas y se colocan en la caja petri con el papel secante		1. Pinzas de entomológicas 2. Hoja de no. 10 y mango de bisturí de no. 3 3. Portaobjetos de 25x75mm 4. Cubreobjetos de 22x22mm 5. Cajas petri de plástico 6. Charolas para los portaobjetos 7. Ácido láctico al 85% 8. Goteros ámbar con capacidad de 250 ml para el ácido láctico 9. Microscopio estereoscópico con zoom integrado 10. Microscopio compuesto 11. Papel secante (sanitas)	
2. Se toma a la abeja y se coloca en otra caja petri para observarla y manipularla en el microscopio estereoscópico			
3. Se toma a la abeja por el tórax con las pinzas de relojero			
4. Se desprende con ayuda de las pinzas la cabeza de la abeja y el primer par de patas			
5. Se observa al microscopio estereoscópico el hueco que se forma al separar la cabeza del tórax para verificar la presencia de los signos de melanización característicos de <i>Acarapis woodi</i> (anexo3)			
6. Hacer el corte del primer anillo traqueal con el bisturí, hacer el corte antes del segundo par de patas para separar el primer anillo traqueal (anexo 3)			
7. Realizar el corte a las 10 abejas y una vez que están los 10 anillos se colocan en el portaobjetos en dos filas de 5			
8. Colocar a los 10 anillos dos gotas de ácido láctico por anillo			
9. se deja reposar los anillos por 24 h para que se disuelvan las masas musculares y se aprecien los tubos traqueales			
10. observar al microscopio compuesta la presencia del ácaro (anexo 3)			
11. calcular el porcentaje de infestación con la siguiente fórmula (número de anillos positivos X 100/10). Llenar formato de registro (anexo 4)			

Cuadro 5. Diagnóstico de Nosemosis

	Procedimiento de laboratorio	
Nombre del procedimiento: Nosemosis (<i>Nosema</i> sp)	Código: HN03	
Objetivo: determinación de los niveles de infestación por medio del método de Cantwell		
Elaboró: Prisilla Crysel De la Torre Monterrubio	Fecha: 02 julio 2012	
Aprobó: Arnulfo Ordoñez Maldonado	Fecha de aprobación:	
Producto: Determinación de los niveles de infestación		
Administrador del proceso : MVZ encargado del proceso		
Descripción	Recursos (material)	
1. se toman 25 abejas de la muestra a diagnosticar		
2. Colocarlas en la caja petri con el papel secante	1. Cajas petri de plástico	
3. Hacer la disección de las 25 abdómenes de las abejas, desprendiéndolos con ayuda de las pinzas entomológicas	2. Papel secante (sanitas)	
4. Se colocan los 25 abdómenes en el mortero	3. Pinzas de entomológicas	
5. Se agregan 5 ml de agua destilada en el mortero con los 25 abdómenes	4. Morteros de porcelana 100 ml	
6. Se hace el macerado	5. 25 ml de agua destilada por cada 25 abdómenes	
7. Se agregan al macerado los 20 ml de agua destilada restantes y continuar el macerado	6. Pipetas Pasteur	
8. Pasar el contenido del mortero a través de un tamiz a un crisol	7. Bombas de succión para pipeta Pasteur	
9. Con la pipeta Pasteur se toma un poco del líquido de la superficie del macerado	8. Crisoles con capacidad de 50 ml	
10. Se colocan 2 gotas en un portaobjetos	9. Microscopio compuesto	
11. Colocar en cubreobjetos	10. Cámara de Neubauer	
12. Observar en el microscopio compuesto a objetivo 40x	11. Contador manual (clicker)	
13. Se debe observar la presencia de las esporas que son ovaladas y miden 4 a 6 micras de largo por 2 a 4 micras de ancho	12. Portaobjetos 25x75mm	
14. Si existe la presencia de esporas se procede a observarlas en la cámara de Neubauer	13. Cubreobjetos 22x22mm	
15. Se colocará un gota en la cámara de Neubauer con la pipeta Pasteur y se le colocará su cubreobjetos		
16. Se observará al microscopio con el objetivo 40X (anexo 7)		
17. Se realiza el conteo de las esporas contando los cinco cuadrantes de las esquinas y el central y las esporas presentes en las líneas A (anexo 5)		
18. Se realiza la siguiente ecuación para determinar los niveles de infestación: Millones de esporas X abeja (cm ³)= (no. total de esporas contadas/80) X 4,000,000. Llenar formato de registro (anexo 6)		

5. MORFOMETRÍA

AFRICANIZACIÓN

La abeja *Apis mellifera*, originaria de occidente, fue introducida al continente americano en el siglo XVII por colonizadores europeos. En 1956, investigadores de la Universidad de Sao Paulo introdujeron a Brasil abejas reinas provenientes del sur del continente africano, identificadas como *Apis mellifera scutellata*. El propósito de dicha introducción fue crear un programa de mejoramiento genético para el desarrollo de abejas más productivas y de mejor adaptación que las de origen europeo a climas tropicales como el de Brasil. Un año después, algunas abejas reinas africanas escaparon accidentalmente, lo que originó que con el paso del tiempo se diseminaran, se establecieran de manera silvestre y se aparearan con abejas europeas, dando origen a las abejas africanizadas. Estas abejas tienen como principales características su alta defensividad y comportamiento migratorio, lo que les ha permitido adaptarse y distribuirse por la mayoría de los países del continente americano, incluido México.^{6, 22, 24, 25}


Las abejas africanizadas llegaron a territorio nacional en el año de 1986 y desde entonces, la africanización de las colonias de abejas ha sido una de las principales problemáticas que enfrenta la apicultura en nuestro país esto debido a que, además, estas abejas presentan un comportamiento altamente defensivo, migratorio, con elevada tendencia a enjambrar y evadirse de las colonias.^{22, 24}

Las abejas africanizadas se han extendido por todo el continente americano, repercutiendo negativamente en la producción de miel de todos los países donde se ha establecido.^{22, 26}

Por todo lo anterior, es de suma importancia poder identificar a las colonias de abejas africanas, africanizadas y europeas, empleando técnicas factibles y confiables para establecer las medidas necesarias para su control.

Los métodos de laboratorio empleados para la identificación de estas abejas pueden ser basados en la morfometría tales como el FABIS I (Cuadro 6) y FABIS II (*Fast Africanized Bee Identification System*) y otros computarizados, además de métodos moleculares.^{9, 21}

Cuadro 6. Determinación de africanización

		Procedimiento de laboratorio	
Nombre del procedimiento: FABIS I		Código: HF06	
Objetivo: Determinación de la africanización			
Elaboró: Prisilla Crysel De la Torre Monterrubio		Fecha: 02 julio 2012	
Aprobó: Arnulfo Ordoñez Maldonado		Fecha de aprobación:	
Producto: Determinación de la africanización			
Descripción		Recursos (material)	
1. De la muestra a evaluar se sacan la abejas y se colocan en la caja petri con el papel secante		1.Caja petri de plástico 2.Pinzas entomológicas 3.Papel secante 4.Bisturí mago 3 y hoja del 10 5.Cubreobjetos 22x40mm 6.Micrómetro ocular 1/100 7.Microscopio estereoscópico 8.Proyector de diapositivas 9.Monturas para diapositivas 10.Cinta adhesiva transparente (diurex)	
2. Se seleccionan 12 abejas verificando que tengan las alas en buen estado			
3. Se toma a la abeja por el tórax con una pinza y con otra pinza se le desprende el ala anterior			
4. Se deben desprender solo alas izquierdas o solo derechas, nunca se debe combinarlas			
5. Se debe hacer un corte transversal en la base del ala para quitar la parte esclerotizada, conservando la escotadura de la vena costal			
6. Se deben colocar las alas en 2 filas de seis en el cubreobjetos			
7. El cubreobjetos debe ser unido con otro cubreobjetos con cinta adhesiva transparente (diurex) por uno de sus extremos a manera de bisagra y una vez colocada las alas se cierra por su otro extremo			
8. Se le coloca la etiqueta de identificación			
9. Se coloca en la montura para diapositiva			
10. Se prepara el proyector para diapositiva: este debe estar a 1.40 m de altura en plano horizontal a una distancia de 5 a 6 m de una pared blanca y lisa			
11. En el carrusel del proyecto se debe colocar el micrómetro ocular con la escala al frente el cual es adherido a un portaobjetos con cinta tipo diurex para poder colocarlo en la montura para diapositiva			
12. La imagen se proyectará en la pared y se debe ajustar la medida proyectada de micrómetro ocular a la de la regla de 50 cm para calibrar las mediciones			
13. Se colocan todas las otras monturas detrás del micrómetro ocular en el carrusel del proyector para su medición, la cual se hace a partir de la escotadura de la vena costal hasta la parte distal del ala midiéndola con la regla			

6. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El presente trabajo estuvo basado en los diferentes manuales y artículos científicos existentes sobre patología apícola, apicultura y africanización, así como libros sobre apicultura.

El propósito de dicho trabajo fue desarrollar un manual de procedimientos operativos para la determinación de africanización y para el diagnóstico de las principales enfermedades de las abejas melíferas, a través del establecimiento de procedimientos de laboratorio que permitan llegar a un diagnóstico oportuno, con el fin de que se definan métodos de control o tratamiento que conlleven a asegurar la inocuidad y calidad de la miel.

Dentro de la empresa se implementaron las diferentes técnicas de diagnóstico de las enfermedades, así como la determinación de africanización, técnicas que se describieron en dicho manual.

Las muestras analizadas fueron provenientes de apicultores de diferentes estados del país, mismos que forman parte de las lista de proveedores de la empresa.

Como resultado se obtuvo un manual de procedimientos operativos para la determinación de africanización y para el diagnóstico de las principales enfermedades de las abejas melíferas, el cual se enfocó en describir cada una de las enfermedades contemplando el nombre de la enfermedad, sinonimias, agente etiológico, epizootiología, patogenia, cuadro clínico, diagnóstico y control o tratamiento. Asimismo, se realizó una descripción de la técnica rápida de

identificación de abejas africanizadas, de acuerdo con la técnica mencionada. El manual también cuenta con una serie de anexos, a los cuales se hace referencia en los cuadros de diagnóstico de las enfermedades, también contiene los cuadros sobre toma y envío de muestras al laboratorio, así como diagramas de flujo e imágenes de los procedimientos de laboratorio.

Por todo lo anterior se concluye que:

La importancia del trabajo radicó en el establecimiento de un programa de desarrollo de proveedores de la empresa para conocer su situación sanitaria y con ello poder establecer posibles oportunidades de mejora productiva.

7. Bibliografía

1. PROGRAMA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA ABEJA AFRICANA. Manual de Buenas Prácticas de Producción de Miel. 2ª edición. SAGARPA- SENASICA, 2009.
2. FAOSTAT. Cultivos y productos de ganadería. Miel natural, 2011, disponible en: <http://faostat.fao.org>
3. PROGRAMA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA ABEJA AFRICANA. Manual de Polinización Apícola, 1ª edición. SAGARPA, 2009
4. CORDINACIÓN GENERAL DE GANADERIA. Manual de patología apícola. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), citado 2013. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones/manualesapicolas.aspx>.
5. ORGANISMO INTERNACIONAL, REGIONAL DE SANIDAD AGROPECUARIA. Guía práctica de sanidad apícola para productores. 2011, citado 2012. Disponible en: http://www.oirsa.org/aplicaciones/subidoarchivos/BibliotecaVirtual/Guia_Sanidad_Apicola_2011.pdf
6. URIBE J, GUZMÁN-NOVOA E, HUNT G, CORREA A, ZOZAYA J. Efecto de la Africanización sobre la producción de miel, el comportamiento

defensivo y tamaño de la abejas melíferas (*Apis mellifera*) en el altiplano mexicano. Rev Vet Mex 2002 , 2-4.

7. Síntesis de la Legislación de la Unión Europea, Europa, 2010, citado 2012.
Disponible en:
[http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_p
ackaging/l21124a_es.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/consumers/product_labelling_and_packaging/l21124a_es.htm)
8. SAGARPA, México. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación. Manual de Buenas Prácticas de Envasado y Manejo de Miel. 2010, citado 2012. Disponible en: <http://www.senasica.gob.mx/?doc=14851>
9. PROGRAMA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA ABEJA AFRICANA. Métodos morfométricos para la identificación de abejas. SAGARPA, 2002, 9-17
10. Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana. Manual de Buenas Prácticas de Manufactura de la miel. SAGARPA-SENASICA, 2010
11. SHIMANUKI H, KNOX D (2000) Diagnosis of honey bee diseases. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. AH-690, 2-50
12. GUZMÁN-NOVOA E, CORREA-BENITEZ A, ZOZAYA-RUBIO A, *et al.* Patología, Diagnóstico y control de las principales enfermedades y plagas de las abejas melíferas. Imagen Editorial Yire, 2012, 21-80
13. OIE, Manual de las Pruebas de Diagnóstico y de las Vacunas para los animales terrestres, 7ª edición, 2012, 388-424

14. MARTÍNEZ PJ, CATZÍN VG, MEX ML, VIVAS RJ 2011. Principales Enfermedades que afectan a las abejas melíferas. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agricultura y Pecuaria. Campo experimental Edzná Centro Regional del Sureste 50p. SAGARPA, INIFAP, 1-50
15. MOLINA-PARDO A, GUZMÁN-NOVOA E, MESSAGE D, DE JONG D, PESANTE D, MANTILLA C, ZOZAYA A, JAYCOX E.R, ALVARADO F, Y MENESES LG 1989. Enfermedades y Plagas de la Abeja Melífera Occidental. OIRSA, San Salvador, El Salvador. 11-19
16. BAILEY L, BALL BV. 1982. Patología de las abejas, 1ª edición, Acribia. Zaragoza, España.
17. INSITITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS y PECUARIAS. de Manual de capacitación para la prevención de Varroasis y suplementación. 1ª edición. SAGARPA- INIFAP, 2011, 8-16
18. NOM-001-ZOO-1994, Campaña Nacional Contra la Varroasis de las Abejas.
19. ESPINOSA L. 2004 *Varroa destructor* A. Revista Imagen Veterinaria. 16-21
20. FROYLÁN J, MEDINA M, CATZÍN G. Frecuencia de *Varroa destructor*, *Nosema apis* y *Acarapis woodi* en colonias manejadas y enjambres en Mérida, Yucatán, México. Revista mexicana de ciencias pecuarias. 2010
21. NOM-002-ZOO-1994, Actividades Técnicas y Operativas Aplicables al Programa para el Control de la Abeja Africana. 2-6

22. GUZMAN-NOVOA E, CORREA-BENÍTEZ A, ESPINOSA-MONTAÑO L, GUZMÁN-NOVOA G. Colonización, impacto y control de las abejas melíferas africanizadas en México. *Rev Vet Mex* 2011, 150-174
23. GUZMÁN-NOVOA E. Impacto de la africanización de las abejas en México. *Revista Imagen Veterinaria*. 2004, 22-25
24. CARON DM. *Africanized bees in the Americas*. Medina OH: The A.I. Root Co., 2001
25. CORREA-BENÍTEZ A, GUZMÁN-NOVOA E. Zootecnia apícola. En: TRUJILLO ME, editor. *Introducción a la Zootecnia*. México DF: FMVZ-UNAM, 2006:403-433.
26. GUZMAN-NOVOA E, GOODMAN RD, HUANG ZY, MORSE RA, REID M, YOSHIDA T. Beekeeping in various parts of the world. In: SHIMANUKI H, FLOTTUM K, HARMAN A, editors. *The ABC & XYZ of Bee Culture*. Medina, OH:AI Root Co, 2007:83-99.
27. LABOUGLE JM, ZOZAYA RJA. La apicultura en México. *Ciencia y Desarrollo CONACYT* 1986;69:17-36.