

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Taxonomía de la Varroa.

De acuerdo con Prost (1989), la clasificación de varroa es la siguiente.

Clasificación:

Phylum:	Arthropoda
Subphylum:	Chelicerata
Clase:	Arácnida
Subclase:	Acárida.
Orden:	Gamasida
Familia:	Varroidae
Genero:	Varroa
Especie:	<i>Varroa jacobsoni</i> Oudemans

Nombres Comunes: varroa, varroasis, ácaro asiático.

Fuente: Prost (1989), apicultura Conocimientos de la Abeja Manejo de la Colmena.

2.1.1. Morfología de la Varroa.

Llorente (1990), al referirse a la morfología, manifiesta los ácaros no tienen antenas ni mandíbulas y presentan cuatro pares de patas cuando son adultos, siendo hexápodos en su estado larvario.

Vandame et al., (1998), expresan que el ácaro *Varroa destructor* es forético (se desplaza de una colmena a otra, transportado por las abejas) y ectoparásito obligado de la abeja. Posee un claro dimorfismo sexual.

Llorente (1995), señala que es la hembra *Varroa* el verdadero parásito de la abeja razón por la cual su cuerpo se encuentra adaptado para realizar esta función. Presenta ésta una forma elipsoidal, deprimida dorso-ventralmente con sus ocho patas terminadas en una ventosa (Es más ancha (1,5 mm) que larga (1,1 mm)), y posee variaciones de tamaño de acuerdo a las diferentes zonas geográficas.

Las medidas para éste ácaro son de 1,7 mm de ancho, por 1,0 mm de largo. Su color varía del rojizo a café intenso y su consistencia es coriácea. Su cara ventral es compleja presentando el aparato bucal, respiratorio, excretor y reproductor. El aparato locomotor está formado por patas relativamente cortas, encorvadas y de conformación aplanada. Su aparato bucal en la parte exterior presenta quelíceros, los que son utilizados para perforar la quitina de la abeja y sus pequeñas excrecencias permiten una mejor fijación en el cuerpo de la abeja.

Castillo (1992), manifiesta el ácaro macho no está adaptado al parasitismo, por lo que muere después de aparearse, ya que su aparato bucal no le permite alimentarse (debido a que sus quelíceros los utiliza exclusivamente para la transmisión de esperma desde su orificio genital al de la hembra).

2.1.2. Ciclo de vida de la varroa.

Prost (1989), indica en el siguiente cuadro, el ciclo de vida de la varroa;

Tabla 1. Ciclo de vida del parásito varroa (*Varroa jacobsoni Oudemans*).

Huevo	1 día	} 9 días	14 días
Larva de tres pares de patas	1 día		
Protoninfa de cuatro pares de patas	5 días		
Deutoninfa de cuatro pares de patas	2 días		
Adulto antes de la puesta.	5 días		

Fuente: Prost (1989), apicultura conocimientos de la abeja, manejo de la Colmena.

2.1.3. Formas de parasitación.

2.1.3.1. La Varroa sobre las larvas de las abejas.

González (2000), El afirma que el ciclo de vida de *Varroa* se inicia cuando una hembra madre deja a la abeja adulta y penetra a una celda ocupada por una cría de obrera o zángano, próxima a ser operculada. La entrada a la celdilla de cría, debe ocurrir a una edad precisa de la larva, lo que constituye un momento crítico en la vida de *Varroa*. Entrar demasiado temprano significa para la futura fundadora un riesgo importante de ser detectada y retirada por las abejas, antes de ser operculada la celdilla. Entrar tarde no es posible, ya que la cría está operculada y herméticamente cerrada a toda entrada o salida del parásito.

Llorente (1987), indica que hay una preferencia del ácaro por parasitar celdillas de zángano, tanto es así que en épocas de producción de éstos, la infestación en celdillas de obrera baja a un tres por ciento, mientras que las de zángano se encuentran infestadas en un setenta e incluso en un cien por ciento. La razón de esta preferencia parece ser el tamaño de la celda de zángano, la que es más grande que la celda de obrera, por lo que la postura, por razones de espacio puede ser más abundante; por otra parte la temperatura de estas celdillas es menos elevada, ya

que estas se encuentran en la periferia de los cuadros, lo que beneficia el mejor desarrollo del ácaro.

De acuerdo a Vandame et al., (1998), expresan que las fundadoras infestan la cría de obreras 15 horas antes de ser operculadas, e infestan a la cría de zángano 45 horas antes de la operculación. Estas edades corresponden a larvas que han alcanzado el quinto estadio de su desarrollo larval. Una vez que la celdilla es operculada, la cría se alimenta durante 36 horas y comienza a tejer su capullo. La primera vez que la larva se alimenta, induce a *Varroa* a salir de su fase inmóvil y subir sobre su cuerpo para alimentarse. A medida que la cría teje su capullo, la fundadora se desplaza rápidamente sobre la larva para evitar ser aplastada contra la pared de la celda, mientras comienza a alimentarse y a defecar. Después de haberse alimentado sobre la abeja, la *Varroa* fundadora pone 60 horas después de la operculación de uno hasta un máximo de 6 huevos, con un intervalo medio de 30 horas entre cada huevo.

Weib (1990), manifiesta que el primer huevo puesto por una hembra de *Varroa* fecundada da como resultado un macho con un tiempo de desarrollo de 6 a 7 días, el segundo y los siguientes huevos darán origen a hembras, siendo su tiempo de desarrollo de 7 a 8 días. A las 24 horas después de la postura, una larva de *Varroa* se hace evidente dentro del huevo, la que se transforma en protoninfa, luego en deutoninfa, y finalmente en adulto, todo esto en un tiempo promedio de 7 a 8 días. En el caso de que la postura se produzca en una celdilla de obrera, con un tiempo de desarrollo de 21 días, el macho logrará fecundar 2 hembras, quedando el resto de ellas vírgenes e inmaduras, siendo estas retiradas una vez que la joven abeja emerge de la celdilla. Si el parasitismo se produce en una celda de zángano, el que tiene un tiempo de desarrollo 3 días mayor que la obrera (24 días), el macho de *Varroa* logrará entonces fecundar a 4 hembras, por lo que una menor cantidad de ellas quedarán vírgenes.

Gómez (1999), señala que una vez que ocurre la eclosión desde la celdilla, la joven abeja ya tiene *Varroas* hembras fértiles sobre su cuerpo, no pudiéndose

liberar de ellas, ya que éstas escapan a sus movimientos de cepillado y acompañarán a la abeja por unos 4 a 13 días, para luego dejarse caer nuevamente a celdas de cría a punto de opercular y así reiniciar nuevas posturas. Estas se realizan dentro de la misma colmena o en colmenas próximas, hacia donde son transportadas por las abejas o zánganos.

2.1.3.2. Varroa sobre los insectos perfectos: zánganos y obreras.

Prost (1989), señala que al salir de su celda, la obrera o el zángano parasitado lleva una o varias hembras de varroa: la fundadora antigua y sus hijas. Para intentar desembarazarse de estos comensales indeseables, las abejas se agitan hasta agotarse.

De la misma forma que sobre la larva y la ninfa de la abeja, la hembra de varroa perfora para alimentarse el revestimiento quitinoso del imago y chupa la hemolinfa. Esta punción es provocadora de anemia reduce la actividad y la longevidad de la abeja. Además la perforación del tegumento abre la barrera que hasta entonces protegía al insecto de las bacterias, virus y otros agentes patógenos.

Después de cinco días de vida adulta, la joven hembra de varroa, que se ha apareado antes de su salida de la celda operculada, es ya capaz de ovipositar. Es una nueva fundadora. Se ofrecen entonces tres posibilidades;

- O bien esta hembra de varroa permanece sujeta a la abeja durante todo el invierno y pondrá en cuanto reaparezca la cría.
- O bien, sin contacto con las abejas, puede vivir 10 días sobre los panales de la colonia y subsistir fuera de la colmena desde algunas horas hasta nueve días según la temperatura y la humedad.

- bien, aún, abandona al imago, penetra en una celda a punto de ser operculada, parasita al ocupante y pone, enlazado así una nueva generación de varroa.

Este ciclo de varroa (8 a 9 días de huevo, larva, ninfa y adulto que se aparea + 5 días de maduración = 13 a 14 días) más corto que el de la obrera (21 días) o el del zángano (24 días), explica la rápida progresión del número de varroas en una colonia.

Durante la existencia activa de las obreras y de los zánganos, la hembra de varroa puede vivir durante uno a dos meses. En invierno se mantiene unos seis meses a la espera sobre el cuerpo de la obrera. Esta última fase de la vida del parásito tiene por consecuencia que en ausencia del pollo operculado, todas las varroas al descubierto podrán ser alcanzadas por las sustancias destinadas a dormirlas o a matarlas.

Espinosa y Ordetx (1984) agregan que las protoninfas del ácaro se transforman en deutoninfas; a los 3 días, y los machos a los 5 días, las hembras. Dos días después las deutoninfas se convierten en ácaros adultos.

Afecta a los estados inmaduros de las obreras y zánganos. Los ataques se producen más intensamente en los zánganos. Al séptimo día la hembra fecundada entra en la celdilla de la larva y deposita los huevos sobre esta. Estos huevos eclosionan y completan su ciclo en el interior de la celda con el paso de ninfa a adulto. Este paso se completa en el justo momento en el que la celdilla se opercula y la larva se transforma en pupa. Cuando la larva completa su metamorfismo sale la obrera con los adultos de la varroa.

2.1.3.3 Virulencia y dispersión.

Según Gómez (1999), la virulencia no es muy elevada, causa baja en la colmena pero muy lentamente, pero el problema se encuentra en que esta debilitación de la

colmena abre paso a otras infecciones y en pocos días la colmena muera. La forma de parasitación del ácaro, succionando hemolinfa, abre una brecha de entrada al interior de la abeja de muy fácil acceso para otros agentes infecciosos, por ello hay muchas enfermedades oportunistas que acompañan a la varroasis. Hay dos tipos de acciones que afectan a la colmena: acción directa y acción indirecta.

Acción directa:

- Acortamiento en la vida de las abejas.
- Nacimiento de abejas que tiene incapacidad para realizar tareas de la vida cotidiana.
- Bajos niveles de hemolinfa en las abejas.

Estas acciones directas son las que desencadenan las

Acciones indirectas:

- Inoculación de agentes patógenos por vía hemolinfática, como son los virus y las bacterias.
- Menor tolerancia a los plaguicidas debido a los bajos niveles de hemolinfa.
- Enfermedades en la cría por desatención al presentarse incompetencias en el desarrollo de las funciones de las abejas nodrizas.

La dispersión de la enfermedad por el colmenar se ve favorecida por una serie de factores, pero hay que tener en cuenta que se trata de una enfermedad que se encuentra extendida por todo el mundo a excepción de las Islas canarias.

La trashumancia apícola ha sido uno de los factores en la propagación del ácaro, aunque actualmente el problema radica en que no todos los apicultores tratan sus colmenas cuando deberían y como deberían, si unas colmenas exentas de varroa

se colocan cercanas a unas sin los cuidados pertinentes, las colmenas sufrirán una reinfectación.

Esto se debe a la deriva y al pillaje de abejas infectadas, sobretodo los zánganos que van libremente de un sitio a otro.

2.1.3.4. Progresión del parásito en una colonia.

Prost (1989), afirma que la multiplicación de estos ácaros es de diez o más parásitos de un año a otro, se hace peligrosa la situación cuando al segundo y tercer año, la colmena alberga miles de varroas. En este estado la plaga, se torna en un control muy difícil, durante la lucha deja poco margen control de la plaga.

El mismo autor, manifiesta que, a partir del tercer y cuarto año de infestación, a menudo, mucho antes toda la cría muere bajo la acción de alguna decenas de miles de varroas, las abejas abandonan su colmena, lo que propaga el parásito en un radio de varios kilómetros.

2.1.3.5. Transmisión de varroa de una colonia a otra.

Según Polaino (2000), la transmisión del parásito varroa se da de diferentes formas, esta se deriva es el acto biológico porque las abejas son insectos de vuelo.

2.1.3.6. Transmisión natural.

Llorente (1987) manifiesta que las causas naturales de la expansión de Varroa son:

- El pillaje
- La deriva
- Entrada permanente de zánganos.

Por otro lado Prost (1989), afirma que las abejas al ser insectos de vuelo, al regresar de una salida, se integran en una colonia distinta de aquella de la que partieron. En cuanto a los machos, cambian de domicilio que forma parte de sus costumbres habituales. Tanto si vienen de colmenas próximas como lejanas, prefieren introducirse en poblaciones con reina virgen o con celdas realeras. La varroa no vuela; se hace transportar de una colmena a otra más fácilmente cuanto más próximas estén estas colmenas unas a otras.

2.1.3.7. Transmisión artificial.

Para Vandame (2000), las causas artificiales de la expansión de Varroa: ectoparásito que se distribuye actualmente por todo el mundo, siendo actualmente cosmopolita. Sin duda fue por el movimiento de colmenas, núcleos y reinas de un continente a otro esta fue la causa de su actual distribución mundial antropógena.

El mismo autor sostiene que al parecer en América hubo dos introducciones de haplotipos diferentes de Varroa destructor.

- Argentina: 1976 en colmenas de Laguna Blanca. Provincia de Formosa. Actualmente es considerada una enfermedad endémica en este país.
- Paraguay: Probable introducción de reinas y cría de Japón. En Japón *Apis mellifera* fue introducida alrededor de 1877 y posiblemente el pasaje de Varroa de *Apis cerana* a *Apis mellifera* fue alrededor de 1957.
- Estados Unidos. Desde el este de Rusia vía Europa el parásito pasa de *Apis cerana* a *Apis mellifera* aproximadamente en 1952. Se introducen abejas Rusas en Wisconsin en 1987.

2.1.3.8. Transmisión por parte del apicultor.

Prost (1989), sostiene que la intervención del hombre implica al apicultor amplificar considerablemente la propagación natural del parásito, como es el caso que:

- Las transferencias de cuadro de una a otra colmena, muy especialmente los de pollo operculado.

- A través de enjambrazón artificial (formación de nuevas colonias) en todas sus formas.

2.1.4. Condiciones favorables y desfavorables para el parásito varroa.

Prost (1989), agrega que no se sabe como afecta el clima, flora, práctica apícolas, a la biología de la varroa. A la espera que este tema sea mejor conocido entre nosotros.

Patrón (2004), puntualiza que la necesidad de realizar un ordenamiento del sector apícola a través de un sistema de registros que permita implementar un plan regional y/o nacional sanitario de las colmenas.

Estas medidas, en parte coinciden con las sugeridas por Calis *et al* (1999), quien indica que se debe seleccionar y mejorar las abejas en busca de tolerancia a varroa; perfeccionar el trabajo de campo relacionado con las buenas prácticas de manejo; efectuar controles epizootiológicos que impidan la propagación del parásito y que contribuyan a bajar las tasas de infestación, así como, asociar y capacitar a los productores, sin excluir el uso de químicos u orgánicos al menos una vez por año.

Root (2003), señala que durante los meses más fríos del invierno, al no haber crías de abejas, la población de ácaros se reduce casi exclusivamente a hembras adultas, lo que permite una mayor eficacia en los tratamientos.

Por su parte expresa CONASA (2002), que los casos de varroas son más severos en zonas donde los inviernos son poco rigurosos y la cría permanece durante todo el período facilitando una reproducción ininterrumpida del ácaro mientras disminuye paulatinamente la población de abejas.

2.1.5. Síntomas de la presencia de la varroa en la colonia de abejas.

Prost (1989), expresa que los síntomas ya mencionados y aunque no se trate de una señal específica, la presencia sobre la plataforma de vuelo o ante la colmena, de abejas muertas o malformadas.

- a.** Principio de la infestación. No es imposible pero sí muy difícil percibir a los parásitos sobre los zánganos y sobre las obreras. La baja actividad de crías y pecoreadoras no es evidente, y aun que no lo fuera no es más específico de la varroasis que la dispersión de la cría.
- b.** En las celdas recientemente liberadas de su pollo (de macho principalmente), los ácaros dejan regueros de excrementos blancos.
- c.** Si son numerosos bajo el mismo opérculo, los parásitos mutilan a la ninfa o a la abeja: abdomen acortado, alas y patas atrofiadas.
- d.** Al término de la investigación, la putrefacción de la ninfa y el olor puede hacer pensar en un loque.

El mismo autor manifiesta que todos estos signos, a menudo son poco visibles o inciertos deben ser completados por chequeo, es decir por una inspección atenta acompañada por revisiones ligeras o profundas con objeto de descubrir al parásito o de tranquilizar al apicultor.

Fristzsch y Bremen (1975) señalan que la forma más sencilla de investigarlo es en el colmenar colocando un papel blanco en el fondo de la colmena, y fumigando con algunos productos comerciales, las hembras de varroa caen en el papel donde se manifiesta visible y también el operculado se encuentra con pequeños hoyos.

2.1.6. Chequeo.

Prost (1989), indica que, el chequeo consiste simplemente saber si la varroa está presente en alguna colmena para luchar contra el parásito. La invasión sigue curso en todos los territorios y hará necesario el chequeo en las colmenas;

entonces, la lucha es obligatoria en todas partes del mundo en donde tengan problemas de varroa.

2.1.6.1. Chequeo para el diagnóstico de varroas después de la operculación.

2.1.6.2. Métodos de detección.

A simple vista, según el grado de infestación pueden observarse los ácaros sobre las abejas adultas, zánganos u obreras.

Cuando no existe ninguna referencia sobre el apiario que se quiere revisar, se debe focalizar la atención en las celdas de zángano, dado que *Varroa* tiene preferencia por este tipo de celdas. Se toma un objeto cortante (puede ser un bisturí, aguja, etc.) con el cual se desoperculan las celdas y se observa detenidamente. Si el ácaro está presente se ve adherido a los cuerpos de las larvas o pupas y contrasta sobre el color perla de la cría por su color marrón rojizo. También se debe examinar el interior de las celdas, ya que el ácaro podría encontrarse sobre el fondo y paredes de las mismas y no adherido a la cría. Para ello es conveniente utilizar una linterna o colocar el cuadro de cría bajo una luz fuerte.

2.1.6.3. Diagnóstico en cría.

Debido a su distribución sobre el panal de cría, a fin de obtener datos más precisos se hace necesario desopercular entre 50 y 100 celdas determinadas en forma de cruz sobre la cara del panal y se procede a la observación cuidadosa tanto de la cría como del fondo y paredes de las celdas. Los ácaros adultos (color marrón rojizo) y formas inmaduras (color blanco perlado) se observarán a simple vista.

Para cuantificar el porcentaje de infestación se determina:

- Número de celdas examinadas (totales)
- Número de celdas con ácaros (parasitadas)
- Divida el número de celdas parasitadas por el número de celdas totales y multiplique por 100.

Como los valores de prevalencia fluctúan considerablemente a lo largo del año, es recomendable orientarse a fin de tomar la decisión de utilizar algún tipo de control y con ayuda de extensionistas o personal especializado escoger el método y la estrategia más conveniente.

2.1.6.4. Diagnóstico en abejas adultas.

También se puede detectar la presencia de *Varroa* sobre las abejas adultas. Para ello se deben "cepillar" como mínimo 200 abejas (con cuidado de no incluir a la reina) dentro de un recipiente con agua y detergente y agitarlo fuertemente durante unos minutos. Posteriormente se vacía el contenido del recipiente a través de una malla que retenga las abejas y deje pasar los ácaros y se examina la muestra para cuantificar el número de parásitos.

Para cuantificar el porcentaje de infestación se determina:

- Número de ácaros presentes
- Número de abejas en la muestra
- Divide el número de ácaros encontrados por el número de abejas adultas y multiplique por 100.

Para obtener una mejor referencia sobre el grado de infestación, es conveniente realizar tanto el muestreo sobre las celdas de cría como sobre las abejas adultas para cada colmena elegida. Así, se tendrá una idea más certera sobre la proporción de parásitos presentes en el apiario.

2.1.6.5. Importancia de un diagnóstico precoz.

Como se mencionó anteriormente, un signo de la enfermedad es la aparición en la colmena de abejas deformes con alas defectuosas, abdómenes o patas cortas. Sin embargo estos síntomas tardan en aparecer y se manifiestan ante un avance importante de la enfermedad, momento en el cual ya se han producido serias pérdidas.

Por lo tanto reviste suma importancia el diagnóstico precoz de la parasitosis, a fin de adecuar los tratamientos y el manejo al sistema de producción en si.

2.1.6.6. Tratamiento.

Gómez,(1999), puntualiza que cuando el diagnóstico revela la presencia del ácaro Varroa en el colmenar sobre un 3 %, es preciso tomar medidas terapéuticas de forma inmediata, no solamente para bajar la tasa de infestación de las colmenas, sino también para limitar su extensión.

Los distintos tipos de tratamientos deben acogerse a unos criterios de calidad, que redundarán en beneficio del apicultor, de las abejas, y del producto miel. Es necesario no olvidar que la eficacia de los productos va en relación inversa con la presencia de cría operculada en la colmena. Por otra parte, hay que señalar que hasta el momento ningún tratamiento es totalmente eficaz, y no es posible erradicar la enfermedad allí en donde se declara.

2.2. Ácidos orgánicos.

Los ácidos orgánicos son una variedad de ácidos que se concentran habitualmente en los frutos de numerosas plantas. Son compuestos orgánicos que poseen al menos un grupo ácido.

Los ácidos orgánicos y sus ésteres se encuentran muy difundidos en la naturaleza. Se encuentran con frecuencia en frutas; por ejemplo, el ácido cítrico de los frutos cítricos, el ácido benzoico en arándanos agrios y las ciruelas verdes, el ácido sórbico en la fruta del fresno.

2.3. Ácido oxálico.

Mariani *Et. Al.* (2002), señalan el ácido oxálico es el más sencillo de los ácidos dicarboxílicos; su nombre deriva del griego oxis (agudo, ácido) y alude a la acidez

común en el follaje de ciertas plantas (principalmente *Oxalis* y *Rumex*), de las cuales fue primeramente aislado.

El ácido se encuentra en estas plantas como sal potásica ácida o como sal de calcio.

ECOSUR – México, (2005), hace referencia que el ácido oxálico es un compuesto químico orgánico, se encuentra presente en la naturaleza en frutas, en algunas plantas y hasta la miel contiene pequeñas cantidades de este ácido. Es decir que la utilizarlo contra Varroa y por ser degradable, no contamina la miel.

Este producto ha sido muy utilizado en Europa sobre todo en lugares como Suiza, Francia y Alemania, con una excelente eficacia contra Varroa.

Dos formas de aplicación se utilizan, una en forma de aspersión y la otra en forma de jarabe o mezcla de agua con azúcar. Los resultados han sido muy buenos, debido a que se hace el tratamiento en épocas de invierno, que es el momento justo en el que la reina no se encuentra poniendo huevos, debido a las bajas temperaturas. Con este tipo de tratamientos se asegura eliminar cerca de 99% de la población de Varroa.

2.3.1. Obtención.

El ácido oxálico se obtiene hoy en día por calentamiento de formiato sódico (NaO_2CH) a $360\text{ }^\circ\text{C}$ bajo liberación de hidrógeno, precipitación del ácido en forma de oxalato cálcico con leche de cal y finalmente liberación del ácido con ácido sulfúrico.

2.3.2. Propiedades.

Mariani *Et. Al.* (2002), expresan que el ácido oxálico (ácido etanodioico), cristaliza en forma de pirámides rómbicas, es blanco, inodoro, higroscópico, y

forma fácilmente dihidrato; ésta forma cristales que contienen 71,42% ácido oxálico anhidro, y 28,58% de H₂O, y es la forma comúnmente comercializada.

2.3.3. Toxicología.

El ácido oxálico es moderadamente tóxico (LD_{50} rata = 375 mg/kg) ya que precipita el calcio en forma de oxalato de calcio que puede obstruir los capilares *renales*, etc. y evita su asimilación por parte del cuerpo. Por esto se desaconseja a las mujeres lactantes y a los niños en crecimiento la ingestión de grandes cantidades de alimentos ricos en oxalatos. Los cálculos en los riñones suelen contener una parte importante de oxalato.

2.3.4. Acción acaricida.

(Barbero PANella y Bonizzoni (1997), al hacer referencia al ácido oxálico puntualizan que la acción acaricida es conocida desde hace tiempo, pero, a pesar de los diferentes experimentos realizados, su uso no se ha popularizado más que entre un núcleo restringido de apicultores. En apicultura este ácido es utilizado en el control de Varroasis enfermedad causada por ácaros del género *Varroa* que atacan a las abejas melíferas. Por su acción toxicológica descrita, es objetada su utilización por algunos autores en la apicultura, si bien debemos rescatar que la miel como producto natural contiene este ácido, por lo cual se considera el tratamiento con ácido oxálico como orgánico. Hay mieles que naturalmente tienen alta concentración de ácido oxálico como es el caso de la miel de almendro (*Prunus dulcis*), dependiendo la concentración del mismo en miel de la flora nectífera que la abeja pecorea.

2.3.5. Cuidados en su manipulación.

Calatayud (2002), señalan que para la persona que manipulan estos ácidos son tóxicos presentando una fuerte acción cáustica local sobre la piel y mucosas. La inhalación del polvo o vapores provoca problemas respiratorios, por lo tanto se debe usar gafas, guantes y máscaras antiácidos. Para las abejas posee cierta toxicidad por lo que se recomienda pocas aplicaciones.

2.3.6 Factores a tomar en cuenta en la aplicación del ácido oxálico.

ECOSUR – México, (2005), manifiestan que en México el fenómeno de invernación de las colonias no se produce, ya que existe cría todo el año. Esta gran diferencia hace que el combate contra *Varroa* no sea solo de una vez al año sino que se tiene que tratar por lo menos dos veces al año.

Investigadores europeos reportan que el ácido oxálico tiende a reducir la duración de vida de las abejas de invierno. Esto significa que en clima templado, si se aplica este producto en otoño, puede haber problemas de despoblación en la primavera siguiente.

En México y la mayor parte de América, no se presenta el invierno drástico de los climas templados.

Según nuestra experiencia, nunca ha habido problemas consecutivos al manejo de este producto, por lo cual se puede usar en cualquier temporada.

Sin embargo, por la falta de información, recomendamos a los apicultores de clima templado (particularmente sur de Chile y Argentina) no aplicar el ácido oxálico en otoño, sino solo en primavera, cuando las abejas no necesitan vivir por un largo tiempo.

Para la utilización del ácido oxálico necesitamos lo siguientes productos:

- Ácido oxálico
- Azúcar
- Agua destilada
- Recipientes para la elaboración del jarabe.

2.3.7. Preparación del jarabe de ácido oxálico.

Es muy simple la elaboración del ácido oxálico para el control de *Varroa*. Se tiene que elaborar un jarabe como el que se utiliza para alimentar las colonias en épocas cuando no hay floración, es decir se mezclara el agua, el azúcar y el ácido oxálico. Para hacer esta mezcla se pondrá 1 kilo de azúcar más 1 litro de agua, más 100 gramos de ácido oxálico.

2.3.8. Cómo y cuánto jarabe de ácido aplicar a las colonias.

Para aplicar el tratamiento, se abre la colonia, y se rocía el jarabe de ácido directamente sobre las abejas, entre los bastidores de la cámara de cría. Para la cantidad de jarabe a administrar, se toma en cuenta la fortaleza de la colonia: por cada espacio entre bastidor y bastidor donde las abejas se encuentren, se aplican 5 mililitros del jarabe.

Así por ejemplo, si tenemos una colonia débil de 4 bastidores de abejas se aplicarán 20 mililitros, si tenemos una colonia de 8 bastidores con abejas se aplicarán 40 mililitros, y para una colonia muy fuerte, se aplicarán 50 mililitros.

Es muy importante que la elaboración del ácido oxálico sea en forma de jarabe con más del 50% de azúcar, para evitar que las abejas sufran de diarrea. La diarrea puede presentarse debido a una baja concentración de azúcar en el jarabe.

2.4. Acido Láctico.

I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Toledo,(1994), manifiestan que el ácido láctico (Del lat. *lac, lactis*, leche), también conocido por su nomenclatura oficial ácido 2-hidroxi-propanoico o ácido α -hidroxi-propanoico, es un compuesto químico que juega importantes roles en diversos procesos bioquímicos, como la fermentación láctica.

El ácido láctico fue descubierto en 1780, en un análisis rutinario realizado en leche.

2.4.1. Importancia Biológica.

Wikia, (2006), expresan que el ácido l -láctico se produce a partir del piruvato a través de la enzima lactato deshidrogenada (LDH) en procesos de fermentación. El lactato se produce constantemente durante el metabolismo y sobre todo durante el ejercicio, pero no aumenta su concentración hasta que el índice de producción

no supere al índice de eliminación de lactato. El índice de eliminación depende de varios factores, como por ejemplo: transportadores monocarboxilatos, concentración de LDH y capacidad oxidativa en los tejidos. La concentración de lactatos en sangre usualmente es de 1 o 2 mmol/l en reposo, pero puede aumentar hasta 20 mmol/l durante un esfuerzo intenso.

2.4.2. Obtención.

Por fermentación láctea

- A partir del azúcar de la leche (lactosa) con el *Bacillus lactis acidi*
- A partir de almidón, azúcar de uva (glucosa) o azúcar de caña (sacarosa) utilizando el *Bacillus Delbrücki*

La obtención de ácido láctico con enzimas o microorganismos vivos pueden producir isómeros dextrógiros o levógiros, dependiendo de la enzima involucrada en el proceso.

2.4.3. Presencia del ácido láctico en la miel.

Imdorf *Et Al.* (1990), señalan que este ácido esta presente de forma natural en numerosos alimentos, dentro de los cuales se incluiría la miel, apareciendo en concentraciones entre 40 a 400 ppm dependiendo de su origen floral

Stoya *Et Al* (1987), manifiestan que este ácido tiene un bajo poder residual cuando se aplica como tratamiento acaricida en las colmenas

2.4.5. Eficacia acaricida del ácido láctico aplicado mediante nebulización en las colmenas.

La eficacia acaricida del ácido láctico aplicado mediante nebulización en las colmenas ha sido demostrada por diferentes autores, fundamentalmente cuando la presencia de cría es escasa (Campero, 1990, Kraus y Berg, 1994, Brodsgaard *et al.*, 1997, Higes *et al.*, 1997), Sin embargo, este método de aplicación resulta muy trabajoso para el apicultor, al ser necesario extraer uno a uno todos los cuadros de

la cámara de cría. Por ello, dos operarios experimentados precisan al menos de 5 minutos para completar la aplicación de la dilución en cada colmena de una forma correcta y homogénea, lo que resulta inviable en el caso de grandes colmenares (Higes, 1996), no estando exento de riesgos por el elevado número de manipulaciones que se deben de realizar (perdidas de reinas, enfriamiento de la cámara de cría al ser el momento óptimo de aplicación el final del otoño o principio del invierno, etc.).

2.4.6. Usos y Aplicaciones.

Wikia, (2006), expresa que este ácido es utilizado como la alternativa más amplia al uso de la glicerina como suavizante. Es usado principalmente como químico antiedad para suavizar contornos; reducir el daño producido por la luz solar; para mejorar la textura y el tono de la piel, y el aspecto en general.

Sin embargo, deben tomarse serias precauciones al utilizar cosméticos con ácido láctico, porque aumentan la sensibilidad a los rayos ultravioleta del sol.

Alimentos.

El ácido láctico es utilizado en varios productos como regulador de acidez. Aunque puede obtenerse de la lactosa (azúcar de la leche), la mayor parte del ácido láctico empleado comercialmente deriva del uso de bacterias como la *Bacillus acidilacti*, *Lactobacillus delbueckii* o *Lactobacillus bulgaricus* whey para fermentar fuentes de carbohidratos como la maicena y las papas. Así, lo que comúnmente se denomina "leche ácida" en alimentos vegetarianos o tienen ácido láctico como ingrediente.

También se lo utiliza en el control de varroasis, acaro que ataca la abeja melífera *Apis mellifera*.