

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE DIFERENTES METODOS DE APLICACIÓN DE
ÁCIDO FÓRMICO EN EL CONTROL DE *VARROA SP* DENTRO
DE COLONIAS DE *APIS MELLIFERA***

por

Gabriel BUENO MUÑECAS

Sebastián SEGREDO CABEZA

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2009**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Pablo Cracco

Lic. PhD. Ciro Invernizzi

Ing. Agr. PhD. Lucia Gutierrez

Fecha:

12 de Junio de 2009

Autor:

Gabriel Bueno Muñecas

Sebastián Segredo Cabeza

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de tesis Ing. Agr. Pablo Cracco, por su comprensión y ayuda en toda la trayectoria del presente trabajo, brindándonos motivación, ideas y la gran parte de las colmenas para la realización del mismo.

A la Ing. Agr. Lucía Gutiérrez por su gran ayuda para la interpretación de los resultados estadísticos.

A los Sres. apicultores Leonardo Gómez y Beatriz Santana por la colaboración e ideas aportadas en los trabajos de campo.

A la Facultad de Agronomía, docentes y compañeros por permitirnos formarnos como profesionales y mejores personas.

A nuestros padres, esposas, hermanos y afectos más allegados por el constante apoyo a lo largo de toda la carrera.

Gracias al esfuerzo de mucha gente que nos ha permitido estar aquí hoy.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. <u>OBJETIVOS</u>	5
1.1.1 <u>Objetivos generales</u>	5
1.1.2 <u>Objetivos específicos</u>	5
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	7
2.1. <u>CARACTERÍSTICA DE APIS MELLIFERA</u>	7
2.1.1. <u>Clasificación</u>	7
2.1.2. <u>Importancia económica</u>	9
2.1.3 <u>Biología de la abeja</u>	10
2.1.4 <u>Anatomía</u>	11
2.2. <u>CARACTERÍSTICAS DE VARROA DESTRUCTOR</u>	12
2.2.1. <u>Origen y distribución</u>	12
2.2.2. <u>Daños que ocasiona</u>	13
2.2.3. <u>Efectos de V. destructor sobre la cría de abejas y abejas adultas</u>	13
2.2.4. <u>V.destructor como vector de enfermedades</u>	14
2.3. <u>CLASIFICACIÓN Y MORFOLOGIA DE V. destructor</u>	15
2.4. <u>BIOLOGIA de V. destructor</u>	16
2.4.1. <u>Reproducción de V. destructor</u>	16
2.4.1.1. <u>Entrada de la Varroa en la cría</u>	19
2.4.1.2. <u>Postura de la Varroa</u>	20
2.4.1.3. <u>Desarrollo y apareamiento de la descendencia de la Varroa</u>	21
2.4.1.4. <u>Salida y diseminación de V. destructor</u>	22
2.4.1.5. <u>Nivel de población</u>	23
2.5. <u>DIAGNOSTICO DE VARROASIS</u>	25
2.6. <u>METODO DE CONTROL</u>	28
2.6.1. <u>Control químico</u>	30
2.6.1.1. <u>Fluvalinato</u>	30
2.6.1.2. <u>Flumetrin</u>	31

2.6.1.3. Amitraz.....	32
2.6.1.4. Cumafos.....	32
2.6.2. <u>Control orgánico</u>	33
2.6.2.1. Acido oxálico.....	33
2.6.2.2. Acido fórmico.....	34
2.6.2.3. Aceites esenciales.....	37
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	38
3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	38
3.2. MATERIALES.....	39
3.3. METODOLOGIA DE TRABAJO.....	40
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	48
4.1. TRATAMIENTO ÁCIDO FÓRMICO EN ALGODÓN.....	50
4.2. TRATAMIENTO ACIDO FORMICO INYECTADO VÍA AIRE CON TRAMPA.....	52
4.3. TRATAMIENTO ÁCIDO FÓRMICO INYECTADO VÍA AIRE SIN TRAMPA.....	54
4.4. TRATAMIENTO APISTAN.....	56
5. <u>CONCLUSIONES</u>	58
6. <u>RESUMEN</u>	60
7. <u>SUMMARY</u>	62
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	64
9. <u>ANEXOS</u>	72

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Asignación de los tratamientos de control de <i>V. destructor</i> según apiarios.....	39
2. Estado sanitario promedio y porcentaje de infección inicial de las colonias según tratamiento para el control de <i>V. destructor</i> asignado.....	40
3. Fechas de aplicaciones, Temperatura y Humedad Relativa.....	41
Figura No.	
1. Diferencia entre especies del género <i>Apis</i>	8
2. Diferencia entre especies del género <i>Apis</i>	8
3. Diferencia entre especies del género <i>Apis</i>	9
4. Esquema de <i>V. destructor</i>	16
5. Ciclo de desarrollo de <i>V. destructor</i> y ciclo de desarrollo de la abeja.....	17
6. <i>V. destructor</i> sobre abeja adulta.....	18
7. Hembra y machos adultos de <i>V. destructor</i>	18
8. Ciclo de desarrollo de <i>Varroa destructor</i> y abeja.....	19
9. Evolución de población de <i>Varroa destructor</i> en clima templado.....	24
10. Imagen satelital de ubicación de los apiarios de ensayo.....	38

11. Dosificación del ácido fórmico en la toallas sobre la cámara de cría.....	42
12. Determinación de la dosificación del ácido fórmico la cámara de cría.....	43
13. Colocación de piso trampa debajo de la cámara de cría.....	44
14. Inyección vía aire de ácido fórmico dentro de la cámara de cría.....	45
15. Dosificación de las tiras de Apistan dentro de las cámaras de cría.....	46
16. Evolución de infestación de <i>Varroa</i> según tratamiento.....	49
17. Evolución de infestación de <i>Varroa destructor</i> en el tratamiento de ácido fórmico en algodón.....	50
18. Evolución de infestación de <i>Varroa destructor</i> en el tratamiento de ácido fórmico inyectado vía aire con trampa	52
19. Capturas en trampa y porcentaje de <i>Varroa</i>	53
20. Evolución de infestación de <i>Varroa destructor</i> en el tratamiento de ácido fórmico inyectado vía aire sin trampa... ..	55
21. Evolución del porcentaje de <i>Varroa</i> para el tratamiento de Apistan.....	57

1. INTRODUCCIÓN

La relación del hombre y la abeja data de tiempos del Mesolítico, probablemente alrededor del 7.000 A.C., como documento que verifica lo dicho se encuentra una pintura sobre roca que representa la recolección de miel (Dadant, 1975). La misma fue descubierta en las cuevas de la araña cerca de Bircop en Valencia, España. Desde ese momento y hasta la actualidad dicha actividad ha ido aumentando en importancia y encontrado un mayor dinamismo, producto del pasaje de una apicultura meramente hobbysta a grandes producciones de escala industrial con una realidad y compromiso muy distintos (Dadant, 1975).

A principios del siglo XIX, el investigador ruso Prokopovich fue el primero en dar un gran paso hacia los panales móviles, el modulo inferior era fijo y el superior para el melario con cuadros de madera, donde las abejas construían los panales. Este sistema presentaba complicaciones de manejo de la cámara de cría, por ello posteriormente Langstroth en 1851, realizo un diseño de una colmena de marcos móviles, tal y como la conocemos ahora llegando a la apicultura movilista. El diseño básico de la colmena de desarrollo vertical y panales móviles propuesto por Langstroth se extendió por todo el mundo durante la segunda mitad del siglo XIX (Dadant, 1975).

Los desarrollos de nuevas técnicas se fueron dando a medida que la apicultura se iba perfeccionando a principios del siglo pasado, tiempo en el cual se trabajaba con colmenas de desarrollo vertical. Las pioneras fueron las de modelo de Langstroth y otro posterior llamado Dadant que se fueron perfeccionando por apicultores de todo el mundo hasta llegar al modelo estándar que manejamos hoy en nuestros días. Un poco más tarde apareció el modelo Layens, de origen francés, una colmena movilista donde la colonia de abejas sólo podía crecer en sentido horizontal y que se impuso hasta ser predominante hacia la mitad del siglo (Dadant, 1975).

Uruguay no fue ajeno a este proceso, si bien el desarrollo de nuestra apicultura se fue realizando mas tarde en el tiempo, con la llegada de inmigrantes europeos que traían sus técnicas mas desarrolladas a este continente, por lo que italianos, españoles, alemanes y rusos se afincaron en este país desarrollando una apicultura semiprofesional para la época, así que en los años 50 se efectuó la apicultura también llamada de “las colmenas debajo de las cuerdas de ropa”, en donde los apicultores iban desplegando su actividad con bajos niveles de productividad, simplemente para el auto consumo de miel, polen y propóleos.

La actividad apícola en el país, ha tenido una evolución constante y creciente en los últimos años. Este crecimiento y desarrollo que se dio en el sector se ha dado tanto en los volúmenes de productos apícolas, como en los ingresos de divisas originados por las exportaciones de los mismos. A pesar de esta positiva evolución del sector, lejos se está todavía del potencial que Uruguay presenta como productor apícola. Las estimaciones mas conservadoras en este aspecto, sitúan este potencial en alrededor de 1.500.000 colmenas; habiendo quienes lo ubiquen en dos o tres millones. Estas cifras toman su importancia al mencionar que, de acuerdo a los últimos datos oficiales, el número de colmenas del país es de alrededor de 400.000 a 450.000, con un número aproximado de 3.000 apicultores, con un promedio de 30 kilogramos de miel por colmena y por año (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2003).

Este desarrollo de la actividad apícola queda confirmado si tomamos en consideración que el país presenta condiciones muy favorables, tanto como en lo que refiere al clima como a la flora. Esta última fundamentalmente, da lugar a mieles reconocidas por su pureza y calidad natural, a su vez se caracterizan por su diversidad en términos de colores y gustos, haciéndolas muy apetecidas por el mercado internacional; teniendo una muy buena aceptación en mercados tan exigentes como la Comunidad Económica Europea. El Uruguay es un país con un consumo interno muy bajo de aproximadamente 700 gramos por persona y por año, donde el 90% de la miel producida, es destinada a un mercado externo cada día mas ávido por un producto natural y de calidad como lo es la miel (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2003).

Si bien el desarrollo del sector ha sido importante, como toda actividad productiva agropecuaria, ha necesitado una constante actualización de conocimientos técnicos, a fin de mantener a la actividad en un nivel satisfactorio de eficiencia y rendimiento. Se ha tomado conciencia de esta situación por parte de productores y técnicos; por lo tanto, el objetivo de este trabajo se enmarca en el desarrollo de nuevas técnicas con el fin de mejorar la producción y hacerla sustentable a largo plazo, tomando como línea de investigación el tema sanidad que fue determinado en el año 2006 por Facultad de Agronomía e INIA como tema prioritario.

Es bueno considerar la importancia apicultura no solo como una importante fuente de entrada de divisas al país, sino además, por su aporte indirecto a otros rubros del agro a través de la polinización. El sector apícola tomara su real importancia en al medida que el país pretenda mejorar y tecnificar su producción agropecuaria. Hoy existen muchos cultivos comerciales que no se entenderían como tales sin la presencia de abejas.

El sistema productivo de la apicultura uruguaya se inserta en una realidad al igual que el resto de los rubros agropecuarios en donde no escapa de la influencia de los factores adversos existentes como ser, clima, económicos-financieros y sanitarios que llevan a que los niveles de productividad no sean los deseados por los productores. En este trabajo nos referiremos únicamente a los problemas sanitarios, enfocándonos puntualmente a la aparición del ácaro ectoparásito *Varroa destructor* que la apicultura del Uruguay enfrenta desde el año 1978. Dicho ectoparásito posee un ciclo de vida muy complejo y afecta tanto a las abejas adultas como a las crías en desarrollo, a causa de ello, su poder patogénico es muy alto, causando año tras año enormes pérdidas en el número de colmenas. El desarrollo de las infecciones es muy variable ya que depende entre otros, de factores climáticos, características propias de las abejas y de variaciones relacionadas directamente con el parásito.

A causa de ello en estos momentos, es impensable, en zonas infestadas con *V. destructor*, practicar apicultura sin tener que realizar obligatoriamente acciones de lucha contra el ácaro. La finalidad de los tratamientos contra el ácaro es contener la infestación, llevándola a niveles aceptables que no perjudiquen ni

la productividad ni la supervivencia de una colmena, tomando en cuenta que a nivel internacional va en aumento la exigencia de los mercados en cuanto a calidad de productos de la colonia refiere, tornándose de importancia la presencia de residuos en dichos productos.

Otro tema, no de menor importancia, es la resistencia de los acaricidas en *V. destructor*, ya que desde hace más de un década se han registrado en diversos lugares del mundo indicios de resistencia con los principales acaricidas utilizados, entre ellos fluvalinato, amitraz y cumafós. Los primeros indicios de resistencia al fluvalinato comenzaron a darse en los años 1991 y 1992, en Lombardía y posiblemente en Sicilia, Italia. En esta región, los servicios italianos entregaban Apistán® en forma gratuita a los apicultores y su uso en forma continuada fue suficiente para el desarrollo de resistencia. La expansión de ácaros resistentes a otras zonas de Italia fue muy rápida debido a que casi todas las colonias del país habían sido tratadas con fluvalinato. Esta situación, indudablemente, se vio favorecida en gran parte por la apicultura migratoria y por el comercio de colmenas. Entre 1994 y 2001, se dieron a conocer registros de distinta índole señalando la aparición de focos de resistencia en diferentes países de Europa (Francia, Suiza, Eslovenia, Alemania, Finlandia, Inglaterra y en Israel). La aparición de resistencia a fluvalinato en América data del año 1997, cuando se detectaron focos en algunas regiones de Estados Unidos (Ruffinengo y Magi, 2007).

Respecto amitraz, los primeros datos de resistencia se registraron en 1991, cuando se observó una importante disminución de la eficacia de este principio activo en colmenas de Serbia. Otro de los países en que se observó esta situación fue Francia, en donde se notó una importante disminución en la susceptibilidad de los ácaros expuestos a amitraz, entre 1995 y 1998. En EEUU, en el año 1999, se observaron focos de resistencia no solo a fluvalinato sino también a amitraz. Para cumafós, los primeros datos de resistencia a éste provienen también de Italia. En una zona del norte de ese país, se observó una eficacia reducida de Perizin. Hacia el año 2001, distintos productores comenzaron a observar una mayor cantidad de ácaros en sus colmenas luego del tratamiento (Ruffinengo y Magi, 2007).

En nuestro país experimentos realizados por INIA Estanzuela en el año 2007 indican que cumafos y el amitraz son las únicas herramientas químicas eficientes con que cuenta el productor en la zona de Colonia, detectando una ineffectividad de control por parte de fluvalinato en dicha zona. Por este motivo se hace necesario contar con otras herramientas para controlar las poblaciones de *V.*

destructor, como lo son los tratamientos con ácidos orgánicos, entre ellos el fórmico, ya que datos experimentales de tesis Facultad de Agronomía (2005) ponen a este ácido como un posible efectivo controlador de la población de *V. destructor*. En este trabajo se estudian diferentes métodos de aplicación de ácido fórmico para el control del acaro, de manera tal de seguir reuniendo herramientas a nivel nacional para el control del mismo en forma económica, práctica y efectiva, sin contaminar los productos de la colmena.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos generales

El presente trabajo pretende ser un aporte al apicultor nacional, brindando un apoyo a las decisiones que debe tomar frente a los frecuentes problemas sanitarios que enfrenta día a día.

1.1.2 Objetivos específicos

Para el procesamiento de los datos obtenidos fueron planteados un conjunto de hipótesis de interés:

- ✚ No existe diferencia entre medias de tratamientos para la proporción de varroas en el muestreo inicial.

- ✚ No existe diferencia entre medias de tratamientos para la proporción de varroas al momento de inicio de los tratamientos.

- ✚ No existen efecto del tratamiento

- ✚ No existen diferencias entre los métodos de aplicación.

- ✚ La cantidad de varroas capturadas en la trampa es un buen indicativo del nivel de infestación de la colonia.

- ✚ Las colonias con nosema tienen la misma proporción de varroas finales que las sin nosema.

- ✚ Existe una asociación entre estado de la colonia (diferencia de numero de cuadros con cría inicial y final) con la proporción de varroas que tiene la misma.

2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE *APIS MELLIFERA*

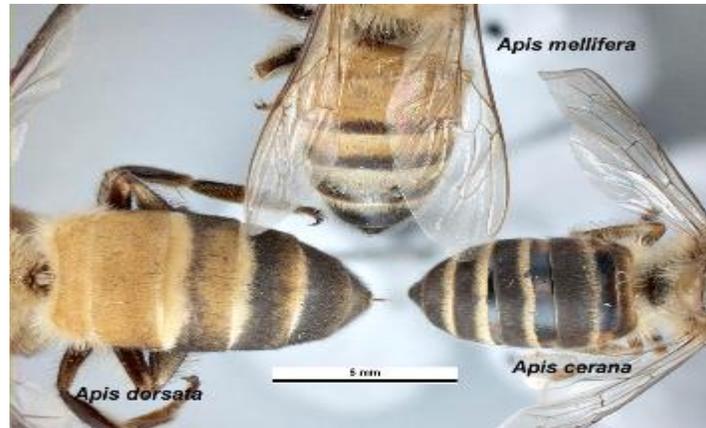
2.1.1 Clasificación

El nombre genérico *Apis* relaciona a la abeja melífera con un grupo de abejas estrechamente relacionadas entre sí y que tienen una serie de características en común. El segundo epíteto específico *mellifera* la distingue de todos los demás géneros de *Apis*. El lugar de origen de las abejas melíferas fue el sur de Asia y de las cuatros especies de abejas melíferas que viven hoy en día, tres de ellas son indígenas del sur del India, de Ceilán y de otras partes del sur de Asia. Son éstas la abeja melífera gigante (*Apis dorsata*), la pequeña abeja melífera (*A. florea*) las cuales viven sobre un solo panal al aire libre y la comunicación entre las obreras no es tan perfecta como lo es entre las de *A. mellifera* (Lindauer, citado por Dadant, 1975); además poseen solamente la mitad de los cromosomas de nuestra abeja melífera (Deodikar et al., citados por Dadant, 1975). La tercera especie (*A. cerana*), se parece mas a la *A. mellifera*. Su cuerpo es bastante parecido; hacen su nido en huecos; construyen varios panales; y su forma de comunicación es en principio igual que en *A. mellifera* (Lindauer, citado por Dadant, 1975). Su forma de vida le permite vivir en climas más fríos; se extendió desde los trópicos, cruzando China llego hasta Siberia. Contrariamente a afirmaciones anteriores, no parecen ser posibles el cruzamiento entre *A. mellifera* y *A. cerana* (Maul y Ruttner, citados por Dadant, 1975). Ellas son dos especies separadas, aunque estrechamente emparentadas. Al igual que su hermana occidental, la abeja melífera oriental desarrolló varias razas distintas. Las razas del norte (Afganistán, Himalaya, China) son más grandes que las del sur (Ceilán, Indonesia).

Deodikar, citado por Dadant (1975) supone que *A. mellifera* se desarrolló a partir de la *A. cerana* más primitiva de la región del Himalaya. Ya que la variedad de formas de *A. mellifera* es amplia en las regiones entre la parte este del

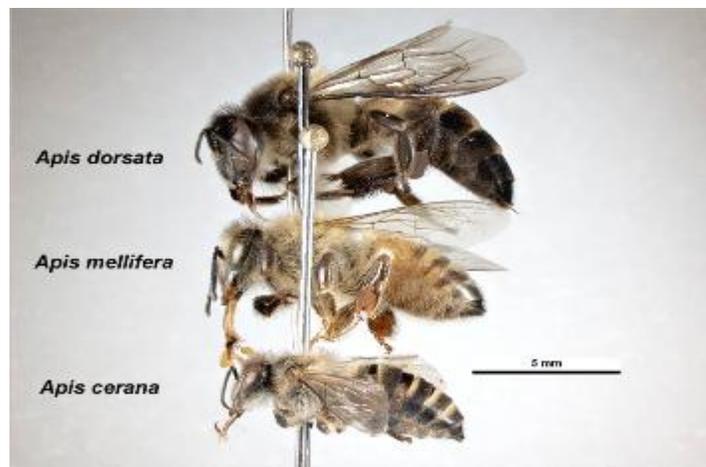
Mediterráneo y el Cáucaso, debe buscarse el centro de origen en algún lugar del Cercano Oriente.

Figura No.1: Diferencias entre especies del genero *Apis*.



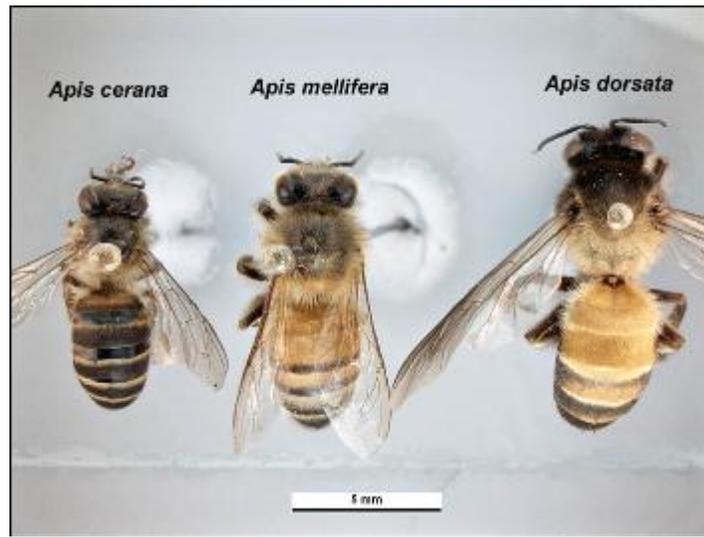
Fuente: Engel (1999).

Figura No. 2: Diferencias entre especies del genero *Apis*.



Fuente: Engel (1999).

Figura No. 3: Diferencias entre especies del genero *Apis*.



Fuente: Engel (1999).

La abeja melífera oriental no produce colonias tan fuertes como la abeja occidental. Debido a la menor producción de miel en países con clima templado, se reemplaza esta abeja con razas importadas de la abeja melífera occidental (Afganistan, Japón y hasta cierto punto también de China). Como ambas especies comparten la misma atracción sexual y se efectúan cruzamientos que luego no tienen descendencia, es difícil mantenerlas en la misma zona (Dadant, 1975).

2.1.2 Importancia económica

La abeja *A. mellifera* productora de miel, es reconocida como un insecto de gran importancia desde el punto de vista económico. Actualmente el 80% de la producción de miel uruguaya se vuelca a la exportación, siendo el Uruguay el segundo país exportador de Sudamérica. La actividad exportadora de este

producto ha mantenido un constante crecimiento, pasando de niveles de alrededor de 4.000 toneladas anuales a principios de la década del 90. En lo que va de la década del 2.000 ese guarismo se ubica entre el entorno de las 9.000 y 15.000 toneladas (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2003).

Las exportaciones medidas en dólares también han mantenido un constante crecimiento y en los últimos años se han triplicado, pasando de unos 7 millones de dólares anuales a unos 25 millones estimados para el año en curso. Esto se debe en parte a que produce miel y cera, pero la principal utilidad de la abeja es su papel en la polinización de los cultivos de frutas, hortalizas y vegetales forrajeros. Si consideramos que el 40% de las mieles locales se produce a partir de monte indígena, el 30% a base de leguminosas, el 20% de eucaliptus y el 7% a partir de campo natural, podemos reafirmar que la abeja realiza la polinización de dichas especies de gran importancia económica (URUGUAY. MGAP. OPYPA, 2003).

2.1.3 Biología de la abeja

La vida de una colonia de abejas melíferas puede llegar a durar varios años, pero la vida de las obreras es breve, solo cuatro a cinco semanas en verano y un poco más en invierno. Sin embargo la vida de la reina se ha prolongado y dura varios años. En la misma forma en que existe una marcada división del trabajo entre la reina de una colonia y sus obreras, así también existe una definida división de tareas entre las obreras, aún cuando cada una de ellas, en un momento u otro, son capaces normalmente de llevar a cabo todas las tareas inherentes de las mismas (Dadant, 1975). La función de las obreras es múltiple. En su juventud permanecen en la colmena y entre otras cosas, se ocupan de la construcción de panales, de la limpieza de las celdas, de la nutrición de las larvas, de la acumulación de reservas de miel y polen, etc. (Phillippe, 1990). Encontramos en la colonia de las abejas melíferas una comunidad social altamente organizada que ha logrado volverse longeva debido a su eficiencia particularmente en lo que concierne al control de la temperatura de su nido y a la recolección de grandes cantidades de alimento cuando las condiciones son

favorables. Estas características resultan mas conspicuas en la abeja melífera occidental, la cual también ha logrado establecerse en una gran parte del mundo, desde las regiones tropicales a las sub-árticas (Dadant, 1975).

Las obreras y reinas proceden de óvulos fecundados (diploide), las primeras corresponden a hembras no diferenciadas sexualmente y las segundas se diferencian de las obreras por su alimentación de todo el periodo larval con jalea real, lo que desarrollará sus órganos sexuales. Los machos o zánganos (haploide) corresponden a huevos no fecundados, Su papel esencial es la fecundación de las reinas y están altamente especializadas en esta función (Phillippe 1990, Lesser 1995, Vandame 2000).

Los huevos, introducidos cada uno en una celda, eclosionan al cabo de tres días. Las larvas son alimentadas con jalea real durante los dos días siguientes y después con polen y néctar o miel. Después suceden diferentes cambios morfológicos como son el desarrollo de los ojos, cambios de colores, desarrollo de las patas y aumento de la dureza de su cutícula, entre otros. Al cabo de 21 días de desarrollo en la celda, (desde el estadio de huevo) emergerá una abeja adulta con todas las condiciones necesarias para ayudar en el buen funcionamiento de la colonia.

2.1.4 Anatomía

Cuando se habla de anatomía de un animal se hace referencia al conjunto de partes estructurales que capacitan a éste para llevar a cabo lo necesario a fin de mantener su existencia individual y reproducirse. Como todo organismo debe obtener y distribuir a sus tejidos alimento y oxígeno, eliminar residuos y correlacionar las actividades de los varios órganos entre sí, para ello el animal cuenta con un sistema locomotor, órganos de alimentación y digestión, un sistema respiratorio, un sistema excretor, un sistema nervioso, un sistema reproductor y un sistema de distribución de alimentos (Dadant, 1975).

A los efectos de éste trabajo es de interés el sistema de distribución de los alimentos, ya que éste es el encargado de distribuir la hemolinfa por el cuerpo del insecto, siendo el alimento fundamental del ectoparásito de estudio. La circulación es abierta y la hemolinfa es un líquido claro casi incoloro, en la cual nadan células o hemocitos, que contiene proteínas, azúcares y otros fermentos, que serán retirados por los órganos que baña, en su trayecto por todo el cuerpo y acumulados en ellos (Dadant, 1975).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE *VARROA DESTRUCTOR*

2.2.1 Origen y distribución

El acaro fue descubierto por Jacobson, en la isla de Java (Indonesia), siendo clasificado el mismo año por el zoólogo holandés Oudemans como *V. jacobsoni* en honor a su descubridor (Llorente, 1990). Posteriormente se determinó que ésta especie era un complejo de dos especies *V. destructor* y *V. jacobsoni*, encontrando que la que parasita a *A. mellifera* y *A. cerana* corresponde a *V. destructor* (Anderson y Trueman, 2000). En las colonias de *A. cerana*, el ácaro no llega a provocar un gran daño dentro de la colonia debido a que las abejas toleran y llegan a eliminarlos de la cría y de ellas mismas (Vandame, 2000).

Varroa es un parásito recientemente establecido en *A. mellifera*. La dispersión o la contaminación de *Varroa* de su hospedero original, aparentemente tuvo lugar cuando a principios de este siglo algunas colonias de *A. mellifera* fueron ubicadas en las provincias orientales de la ex Unión Soviética, Japón y el sureste de Asia donde colonias de *A. cerana* se encontraban en estado silvestre y presumiblemente entraron en contacto con ellas. El resultado ha sido, al menos en lugares de clima templado (como Alemania, Francia e Italia entre otros) una desaparición masiva de colonias por causa de *Varroa* y el colapso de la actividad apícola. El indiscriminado movimiento internacional de las colonias y abejas reinas ha ocasionado que la parasitosis se haya dispersado ampliamente, teniendo actualmente una distribución en casi todo el mundo (Vandame, 2000).

En 1971, apicultores de Paraguay importaron abejas desde Japón, introduciendo el parásito en América del Sur. En Argentina se detectó por primera vez en 1976 en colmenas de Laguna Blanca en la provincia de Formosa, aunque se cree que el ácaro había ingresado al país unos años antes. En Uruguay las zonas más afectadas son el litoral oeste y sur del país, que por otra parte son las más pobladas de colmenas (Bounous y Boga, 2005).

2.2.2 Daños que ocasiona

En todos los países, el impacto inicial provocó más del 50% de mortalidad en las colmenas existentes. Una abeja parasitada tiene su posibilidad de vida reducida al 50% por lo menos (Castillo, 1992).

Según Veerkamp (2002) sin intervención del apicultor, la probabilidad de mortalidad de una colonia de *A. mellifera* es 10-15% el primer año, 20-30% el segundo año y alrededor de 100% en el tercer año., destacando que una colonia sin tratamiento es improbable que viva más de cinco años sin ningún tratamiento después de la infestación inicial. En nuestro país el impacto es mayor y en caso de no aplicar acaricidas las colonias no resisten el pasaje por la estación invernal.¹

2.2.3. Efecto de *V. destructor* sobre la cría de abejas y abejas adultas

El daño directo del ácaro es la succión de hemolínfa de las larvas, abejas adultas y machos. De esta hemolínfa el ácaro extrae fracciones proteicas, produciendo daños tanto en larvas como en abejas adultas (Peldoza, 1992).

¹ Invernizzi, C. 2009. Com. personal.

Por cada ácaro parásito, la abeja pierde el 10% de su peso y sufre una grave disminución de sus proteínas que llega al 60% (Castillo, 1992). La cría de abeja que sufre este daño presenta malformaciones durante el desarrollo, generando individuos de menor tamaño, cuerpo deforme y alas atrofiadas, lo que la invalida para el desarrollo de sus funciones en la colonia, por lo que acaban por ser eliminados (Flores et al., 2000). En el caso de los zánganos parasitados presentan reducción en el peso corporal, en las vesículas seminales, en las glándulas mucosas y en la producción de espermatozoides (Castillo, 1992).

En caso de infestaciones graves se produce una gran movilidad de la larva, la cual puede llegar a morir en su interior a causa de la expoliación producida por el parásito o por la acción de otros agentes patógenos concomitantes, tales como hongos, bacterias o virus. Las abejas al intentar despojarse de los ácaros sin lograrlo, las obliga a perder tiempo y energía en esta actividad, en desmedro de sus labores habituales en el interior de la colmena o en la recolección (Peldoza, 1992).

2.2.4. *V. destructor* como vector de enfermedades

Por los hábitos alimenticios del parásito se pueden originar daños indirectos, ya que al succionar la hemolínfa de sus hospederos actúa como vector de transmisión de enfermedades, especialmente de cuadros víricos, siendo probablemente éstos los últimos responsables de gran número de las pérdidas atribuidas al parásito (Flores y Bustos, 2000).

En las abejas europeas se habían encontrado multitud de virus que o bien no producían síntoma alguno o sólo brotes estacionales no muy graves hasta la aparición de la Varroasis. Este es el caso del virus de la parálisis aguda (APV), virus de la parálisis lenta (SPV), virus de las alas deformadas (DWV) y el virus

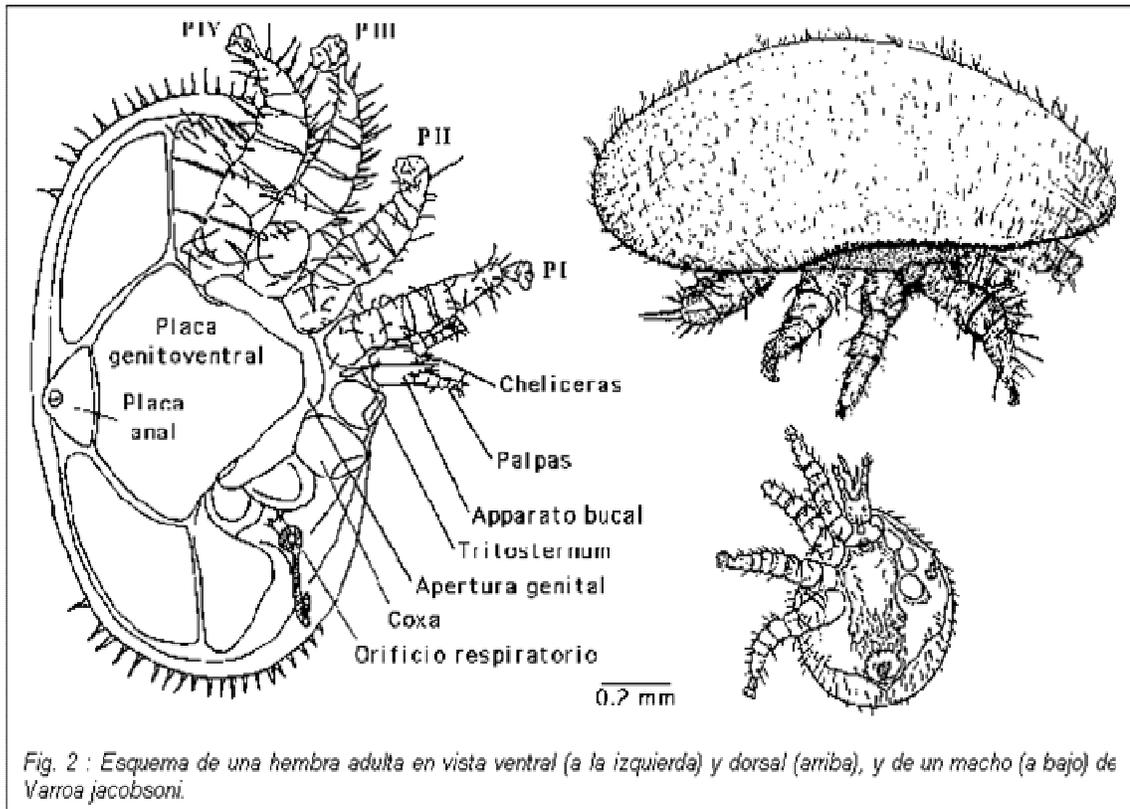
de las alas nubladas (CWV), que gracias a la intermediación del ácaro han pasado a producir cuadros patológicos de importancia. El virus de la parálisis crónica (CPV) y el de la cría sacciforme (SBV) sí que causaban síntomas típicos en las colmenas, pero se han agravado sus efectos con el advenimiento de la varroasis (Calatayud, 2003b).

2.3. CLASIFICACIÓN Y MORFOLOGÍA DE *V. destructor*

Los ácaros *V. destructor* pertenecen al Orden Mesostigmata, Familia Varroidae. Los individuos de esta especie no tienen antenas ni mandíbulas y presentan cuatro pares de patas cuando son adultos, siendo hexápodos en su estado larvario (Llorente, 1990). El ácaro *V. destructor* es forético (se desplaza de una colmena a otra, transportado por las abejas) y ectoparásito obligado de la abeja (Vandame, 2000). Posee un claro dimorfismo sexual. Es la hembra *Varroa* el verdadero parásito de la abeja (Llorente, 1990), 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 (Vandame, 2000).

Es más ancha (1,5 mm) que larga (1,1 mm), y posee variaciones de tamaño de acuerdo a las diferentes zonas geográficas (Grobov, citado por Llorente, 1990); es así como el SAG en el año 1994 describe medidas para éste ácaro, 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 (Llorente 1990, Peldoza 1992). 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 excrescencias permiten una mejor fijación en el cuerpo de la abeja (Llorente, 1990).

Figura No. 4: Esquema de *V. destructor*



Fuente: Vandame (2000).

2.4. BIOLOGÍA DE *V. destructor*

2.4.1 Reproducción de *V. destructor*

En las abejas adultas, los ácaros se encuentran comúnmente en el abdomen por debajo de los esternitos abdominales donde se sostienen de las membranas intersegmentales usando sus patas y partes bucales (es la fase forética, del griego 'fores', cargar).

Figura No. 5: Ciclo de desarrollo de *V. destructor* y ciclo de desarrollo de la abeja.

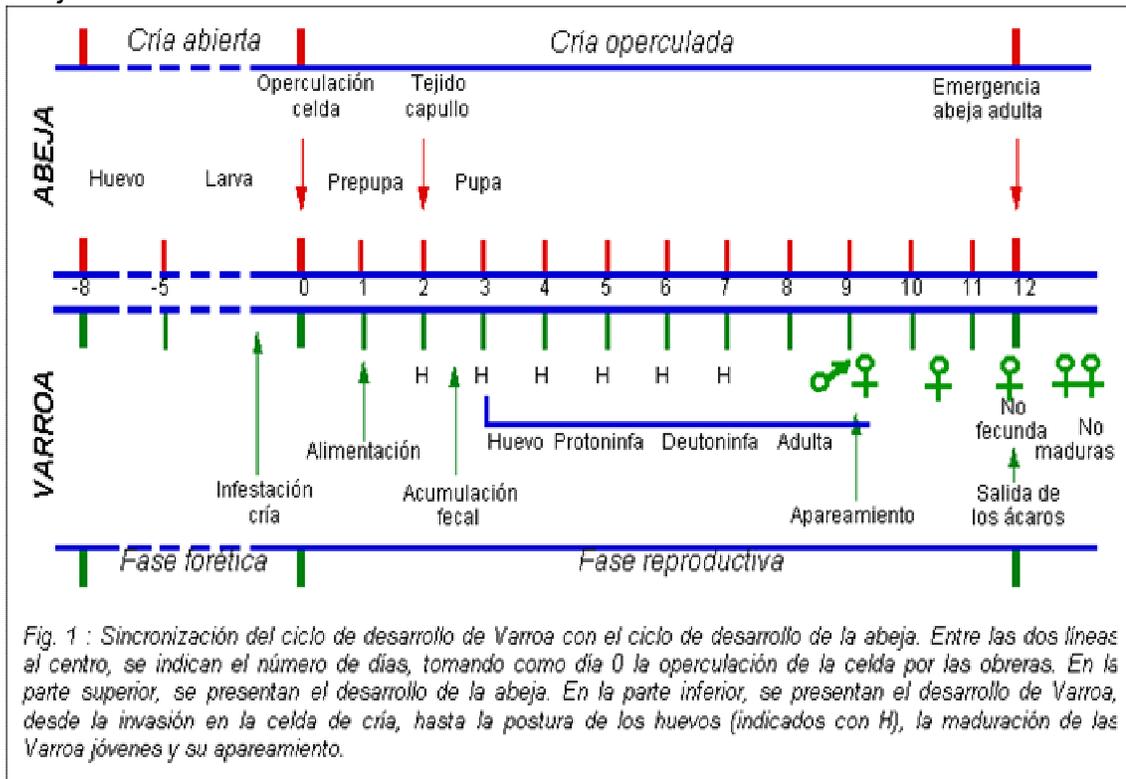


Fig. 1 : Sincronización del ciclo de desarrollo de Varroa con el ciclo de desarrollo de la abeja. Entre las dos líneas al centro, se indican el número de días, tomando como día 0 la operculación de la celda por las obreras. En la parte superior, se presentan el desarrollo de la abeja. En la parte inferior, se presentan el desarrollo de Varroa, desde la invasión en la celda de cría, hasta la postura de los huevos (indicados con H), la maduración de las Varroa jóvenes y su apareamiento.

Fuente: Vandame (2000).

Imagen No. 6: *V. destructor* sobre abeja adulta



Fuente: CONASA (2006)

La hembra adulta es de color marrón o café rojiza, de forma ovalada y plana. Los machos de color pálido aperlado, son de menor tamaño que las hembras (0.7 mm por 0.7 mm) y no sobreviven fuera de las celdas de cría.

Imagen No. 7: Hembra y macho adultos de *V. destructor*



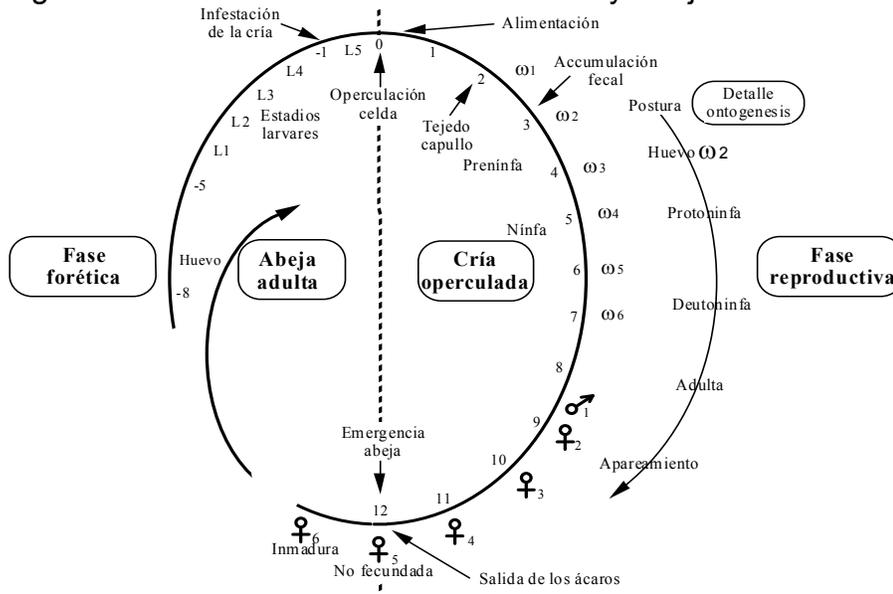
Fuente: CONASA (2006)

El individuo clave del ciclo de desarrollo de *Varroa* es la hembra adulta. Su vida alterna entre la fase reproductora y la fase forética.

2.4.1.1 Entrada de las Varroas en la cría

La *Varroa* se reproduce exclusivamente en una celda de cría, generalmente después de un periodo forético. La entrada en la cría debe ocurrir a una edad de cría precisa, y constituye un punto crítico en la vida de *Varroa*. Entrar demasiado temprano significa, para la *Varroa*, un riesgo importante de ser detectada y retirada por las abejas antes la operculación de la cría. Entrar tarde no le es posible, ya que la cría es operculada; es decir, herméticamente cerrada a toda entrada o salida.

Figura No. 8: Ciclo de desarrollo de Varroa y Abeja.



Fuente: Vandame (2000).

Las *Varroa* infestan la cría de obreras cuando las larvas pesan más de 100 mg; es decir, durante las 15 horas anteriores a la operculación; infestan la cría de zángano cuando las larvas pesan más de 200 mg; es decir, durante las 45 horas anteriores a la operculación. Estas edades larvales corresponden todos a larvas llegadas al quinto estadio de desarrollo larval, o estadio L5.

Los factores que provocan e influyen en la entrada de *Varroa* foréticas en la cría todavía no son todos conocidos. La atraktividad química de la cría parece ser el factor esencial provoca la infestación, lo que se comprobó por el uso de un olfactómetro (zona cuadrada, al centro de la cual se dispone una *Varroa*, la que tiene que escoger entre ir rumbo a un flujo de aire puro o rumbo a un flujo de aire que pasó sobre larvas de zánganos).

Esteres de ácidos grasos (como el palmitato de metilo o el palmitato de etilo), emitidos naturalmente por las larvas de abejas con fin de provocar la operculación de las celdas por las abejas, poseen gran atraktividad para *Varroa*. La hipótesis, entonces, es que las *Varroa* foréticas se guían en feromonas emitidas por la larva, con fin de penetrar en la cría al buen momento. Como experimentos similares no llegaron al mismo resultado, esta hipótesis queda controvertida. Es probable que otros grupos de moléculas intervengan en la atraktividad de la cría. Además, factores mecánicos ciertamente tienen una importancia en la atraktividad. Por ejemplo, el tamaño de las celdas, así como su prominencia o la distancia entre la larva y el borde de la celda, influyen sensiblemente la infestación; estos elementos podrían explicar en parte la infestación más elevada de la cría de zánganos (Vandame, 2000).

2.4.1.2 Postura de la *Varroa*

Inmediatamente después de la operculación de la celda y durante 36 horas, la larva se alimenta, y empieza a tejer su capullo. La primera alimentación de la larva constituye una señal para la *Varroa*, quien sale de la fase inmóvil, sube sobre la larva y se alimenta por primera vez. Durante el tejido del capullo, la *Varroa* madre se desplaza rápidamente sobre la larva, para evitar ser aplastada contra la pared de la celda, mientras empieza a alimentarse y a defecar.

Cuando el capullo ya ha sido tejido, la abeja entra en un estadio preinfaal inmóvil, durante el cual la *Varroa* produce una acumulación fecal. Recorre la pared de la celda para escoger un lugar en donde defecar; para las siguientes defecaciones, siempre regresará al mismo lugar. Esta acumulación fecal será de gran importancia para el desarrollo de la descendencia *Varroa*. Durante la metamorfosis, los movimientos de la abeja tienden a alejar la *Varroa* de la acumulación fecal, pero ella siempre logra regresar, lo que le permite no alejarse de la zona posterior de la celda, donde tiene que estar para poner huevos.

Después de haberse alimentado sobre la abeja, la *Varroa* pone por primera vez, 70 horas después de la operculación. Se queda inmóvil durante un minuto, tocando la pared con su primer par de patas. Cuando su primer huevo emerge por el orificio genital ubicado cerca de la placa genitoventral, la *Varroa* madre lo mantiene contra la pared de la celda durante unos diez minutos, con sus dos primeras pares de patas. Eso permitirá al joven *Varroa* tener sus patas orientadas rumbo al substrato y caminar inmediatamente después de la eclosión del huevo. A lo máximo, la *Varroa* pondrá 6 huevos de esta manera, con un intervalo medio de 30 horas.

2.4.1.3 Desarrollo y apareamiento de la descendencia *Varroa*

Algunas horas después de la puesta, una larva de *Varroa* aparece dentro del huevo. Esta larva se cambia sucesivamente en protoninfa (la hembra tiene un cuerpo esférico y de pequeño tamaño), deutoninfa (la hembra tiene el cuerpo típicamente elipsoidal y aplastado del adulto, pero es de color blanco), y finalmente en adulto.

La hembra adulta joven tiene el cuerpo café claro, mientras que la hembra de más de 24 horas de edad tiene el cuerpo café oscuro. La deutoninfa y el adulto macho se parecen a la protoninfa hembra, pero se distinguen de ella por su cuerpo más anguloso y de color ligeramente verde.

El desarrollo completo tarda alrededor de 130 horas para una hembra, 150 horas para un macho. Este desarrollo es muy afectado por una mortalidad juvenil muy fuerte, particularmente de las deutoninfas. En promedio, sólo 1.45 hembras llegarán al edad adulto en una celda de hembra, contra 2.2 en una celda de macho.

Cuando la celda es infestada con una sola *Varroa*, el apareamiento sólo puede ocurrir entre el macho y sus hermanas, y es entonces consanguíneo. Casi siempre ocurre cerca de la acumulación fecal, que entonces comprueba su importancia como lugar de encuentro. El macho se aparea con la primera hembra tan pronto como llega a la fase adulta. El apareamiento puede ser repetido hasta 9 veces. Cuando la segunda hija llega a ser madura, el macho abandona la

primera hija para aparearse con ella. Si una tercera hija llega a ser adulta, se repite el mismo escenario.

Al contrario de lo que se creía hasta hace poco, una hembra *Varroa* puede ser fecundada únicamente en la celda donde nace. Luego, una parte de su aparato genital se destruye, lo que impide todo apareamiento. En las celdas donde el macho muere antes del apareamiento, las hembras quedaran estériles e infecundas para siempre; esto puede ocurrir en 10% a 46% de las celdas.

2.4.1.4 Salida y diseminación de *V. destructor*

Al momento en que emerge la abeja, una gran parte de la descendencia *Varroa* se queda en la celda. Las hijas fecundadas, tan pronto como salen de la celda, tratan de subir sobre las abejas, y así se vuelven foréticas. Las hijas inmaduras y el macho, privados de un aparato bucal que les permita alimentarse de las abejas, sobrevivirán poco tiempo.

Las hembras *Varroa* tienen una preferencia muy neta para las abejas nodrizas, más susceptibles de acercarse de la cría, lo que ofrece más oportunidades a los ácaros para entrar en la cría. Los demás *Varroa*, foréticas de abejas cosechadoras, constituyen el factor principal de la diseminación de la especie, ya que aprovechan la deriva de las cosechadoras y del pillaje para invadir nuevas colmenas. De esta manera, durante un día de gran actividad, hasta 70 *Varroa* por día pueden llegar a una nueva colmena.

El número de ciclos reproductivos realizados por cada hembra *Varroa* todavía no se conoce bien. En condiciones artificiales, se demostró que una *Varroa* madre puede realizar hasta 7 ciclos, así produciendo un potencial de 35 descendientes. Este número, sin embargo, es menor en condiciones naturales, ya que sólo 30% de las *Varroa* realizan un primer ciclo reproductivo, 21% un segundo ciclo, y 14% un tercer ciclo (Vandame, 2000).

2.4.1.5 Nivel de población

Para evaluar el número de *Varroas* de una colmena sin tener que usar acaricidas, es posible extrapolarlo a partir de la mortalidad semanal, pero los resultados no son muy confiables. Es más seguro, pero también más laborioso, tomar muestras de cría y de abejas, para determinar la tasa de infestación, y extrapolar a toda la colmena.

Varios estudios han mostrado la evolución anual del número de *Varroa* por colmena. Uno de ellos llegó recientemente a un modelo de dinámica poblacional de *Varroa*. Este modelo permite determinar el desarrollo estándar partiendo de una situación inicial de 10 *Varroas* en la colonia (Vandame, 2000).

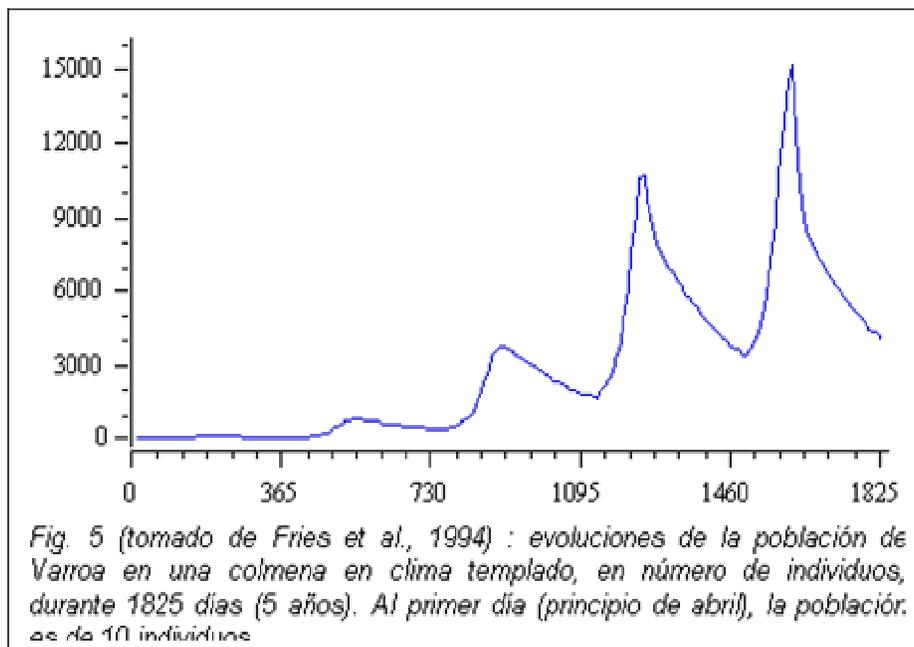
Los ciclos de cría sucesivos permiten un crecimiento muy rápido de esta población: bastan cinco años partiendo de 10 *Varroas* iniciales para dar una población de más de 15.000 individuos. Dado que el peso individual de una *Varroa* es de alrededor de 4,50 mg, el peso de la población *Varroa* es entonces de 6.75 g, o sea una milésima parte del peso total de las abejas de una colmena (Vandame, 2000).

Hay que remarcar aquí que este modelo se basa en condiciones de clima nórdico, lo que bloquea la puesta de la reina durante 6 meses al año y provoca una reducción de 50% de la población de *Varroa*. En clima templado y particularmente en clima mediterráneo no hay bloqueo tan largo de la puesta, lo que implica un desarrollo todavía más rápido de la población. Esto comprueba la importancia de la invernación de las colmenas en zonas frías.

La población máxima de *Varroa* hospedada por una colonia de abejas es muy variable según los países considerados. En el sur de Europa las enfermedades asociadas a *Varroa* hacen que por lo regular una colonia de abejas se muera antes que la población de *Varroa* sea de 6.000 u 8.000 individuos (antes de 4 años, según el modelo). Pero la población puede llegar a un nivel mucho más alto en los países donde el ataque viral es menor. Se observaron colmenas hospedando 20.000 *Varroa* en Alemania, o hasta 42.000 *Varroa* en Gran Bretaña (Vandame, 2000).

Estos últimos datos reflejan el hecho de que el ácaro no es patógeno por su sencilla presencia. Si en el sur de Europa las colmenas mueren con la presencia de tan solo 6.000 a 8.000 *Varroa*, es porque *Varroa* es patógeno por las enfermedades virales y bacterianas que activa o trasmite entre colmenas.

Figura No. 9: Evolución de población de *V. destructor* en clima templado



Fuente: Vandame (2000).

2.5 DIAGNOSTICO DE VARROASIS

Según el trabajo de fundamentos para el control de varroa del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), algunas colonias pueden lograr cierto nivel de tolerancia a la varroa – colonias africanizadas y algunas europeas, y otras que por estar en zonas de baja incidencia no necesitan ningún tratamiento. Pero hay otras en que la incidencia de la enfermedad es mayor y se arriesga la vida de las colonias, por tanto necesitan de algún método de control. Hay que tener en cuenta que se trata de una enfermedad difícil de erradicar por el momento y los esfuerzos deben dirigirse a mantener lo mas bajo posible el porcentaje de varroa (Bounous y Boga, 2005).

En las abejas adultas las varroas están generalmente ubicadas en la parte baja del abdomen, siendo difíciles de observar. Cuando éstas se visualizan con facilidad es porque existe una situación crítica y en corto plazo la colonia puede morir (Bounous y Boga, 2005).

Es importante detectar a tiempo la parasitosis, antes que la colonia sufra daños irreparables (Bounous y Boga, 2005). Existen algunos métodos sencillos que ayudan a determinar el grado de incidencia de la enfermedad.

Si no existe ninguna referencia sobre el apiario puede hacerse una inspección de las celdas de los zánganos, por la gran preferencia que la varroa tiene por ellos. Con un objeto cortante (bisturí o trinchete) se desoperculan varias celdas y se observa detenidamente. Si los ácaros están presentes, se ven adheridos a los cuerpos de las larvas o pupas y contrastan sobre el color claro de la cría por su color marrón rojizo. Debe examinarse también el interior de la celda ya que podrían encontrarse sobre el fondo y paredes (Bounous y Boga, 2005).

En las colmenas muy afectadas es común observar abejas con alas deformadas, ácaros caminando sobre los panales, opérculos hundidos y perforados, pupas en estrado de descomposición y poca población de abejas (Bounous y Boga, 2005).

Para cuantificar las varroas se pueden utilizar uno o varios de estos métodos:

- ✚ Colocar una cartulina, paño o lámina de aluminio untado con aceite o grasa por la piquera, que cubra todo el piso y dejar durante 24 horas. Retirar y contar el número de varroas pegadas en la lámina. Si cayeron menos de 10 varroas en las 24 horas la colmena no necesita tratamiento con urgencia. Si cayeron más de 10 varroas la colonia necesita algún método de control y/o tratamiento. Estudios realizados en la región, en otoño, demuestran que por cada varroa que cae naturalmente al piso en 24 horas corresponden a aproximadamente 250 varroas en la colmena (Bounous y Boga, 2005).
- ✚ Tomar una muestra entre 200 a 400 abejas (con cuidado de no incluir la reina) de tres cuadros como mínimo, de la cámara de cría, y que, en lo posible, contenga cría operculada. Colocarlas en un frasco con agua jabonosa (agua mas unas gotas de detergente), agitar bien durante unos minutos y posteriormente vaciar en un recipiente a través de una malla que retenga las abejas y deje pasar las varroas, enjuagar bien. Contar el número de abejas y de ácaros (diferenciar el piojo de las abejas, *Braula coeca*, que es mas esférico y posee tres pares de patas en lugar de cuatro, como tiene la varroa). Si existen menos de 5 varroas cada 100 abejas (tasa de infestación 5 %) la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si existen más de 5 varroas cada 100 abejas, la colonia necesita un tratamiento. Cabe aclarar que estos porcentajes están en continua revisión y, en zonas endémicas, la sola presencia de varroa justificaría un tratamiento dada su capacidad de multiplicación en poco tiempo.
- ✚ Tomar un panal con cría del cual se abren 100 celdas de cría (en forma diagonal), para sacar con cuidado las larvas. Contar el número de larvas que contengan al menos una varroa. Si existen menos de 10 varroas cada 100 larvas (tasa de infestación 10 %) la colonia no

requiere un tratamiento con urgencia. Si la tasa es mayor a un 10% la colmena necesita tratamiento (Bounous y Boga, 2005).

El método más usado es el segundo, que puede repetirse a los 15 – 20 días para contabilizar también las varroas que estaban en la cría en la primera muestra.

En las zonas más comprometidas se aconseja un muestreo doble antes de la última cosecha y repetirlo al final del invierno o principios de la primavera. En las zonas de menor incidencia, puede hacerse inmediatamente después de la última cosecha.

Pueden enviarse muestras de abejas adultas o de cría correctamente conservadas a un laboratorio especializado para que allí se determine el porcentaje de infestación. Estas muestras deben enviarse en frasco de cuarto a medio litro, de tapa ancha, correctamente etiquetados (productor, apiario, número de colmena), con formol al 10 %. Esta práctica puede hacerse en forma rutinaria o en caso de sospechas.

En la práctica, la evaluación y la decisión de aplicar un tratamiento debe hacerse a escala del apiario y no de colmena en particular. Debido a varios fenómenos, continuamente hay intercambio de varroas entre colonias lo que lleva a pensar que todo el apiario necesita tratamiento. Además, sería muy trabajoso realizar controles a todas las colmenas de un apiario. Por ello se recomienda evaluar el porcentaje de infestación de por lo menos en el 10 % de las colmenas del apiario, con un mínimo de cinco colmenas, eligiendo las más débiles del apiario.

2.6 METODOS DE CONTROL

La finalidad de los tratamientos contra el ácaro es contener la infestación, llevándola a niveles aceptables que no perjudiquen ni la productividad ni la supervivencia de una colonia (Barbattini y Greatti, citados por Ibacache, 2003).

Según lo señala Llorente en 1990, el acaricida utilizado en los tratamientos deben reunir ciertas características:

- ✚ Debe ser estable ante temperaturas elevadas.
- ✚ Debe tener una eficacia mayor al 95%.
- ✚ No debe ser tóxico para la abeja en ninguno de sus estados. Esta medida debe extremarse para el caso del hombre.

Es muy importante que no deje residuos en los productos de la colmena, ya que estos se destinan a la alimentación humana. Los tratamientos contra la varroasis se pueden dividir en métodos de manejo, orgánicos y de síntesis. Los métodos de manejo se basan principalmente en retirar cuadros con cría operculada que contienen Varroas, e impidiendo durante un tiempo la postura de la reina.

Las sustancias más utilizadas para el control orgánico, aunque por el momento con resultados variables son el ácido láctico, el ácido fórmico, ácido oxálico y extractos de aceites vegetales (AGROBIT, 2004)

Los productos químicos son acaricidas específicamente tóxicos en las dosis indicadas para los ácaros, pudiendo controlar la enfermedad sin dañar a la colonia si se utilizan adecuadamente.

Existen varios métodos para el control de varroasis mediante diferentes productos con diferentes formas de acción y elaborados con diferentes principios activos. Hasta el momento existen en apicultura las siguientes formas de acción de los productos acaricidas:

Sistémicos: ingeridos por las abejas. Por medio de la hemolinfa, produce la muerte de los ácaros que se encuentran sobre las abejas adultas. Cimiazol: producto soluble en agua, que las abejas toman cuando se reparten por los cuadros de la colmena y de esta forma llegan al organismo del parásito. El nombre comercial del producto elaborado con este activo y que se encuentra registrado en SENASA es el Apitol®. Se presenta en gránulos hidrosolubles. Puede aplicarse sobre los marcos diluido en agua o bien junto al jarabe.

De contacto: también eliminan solo las varroas de las adultas, pero quedan dentro de la colmena por más tiempo y permanecen activos durante todo el ciclo reproductivo de las varroas. Dentro de ellos se encuentra el fluvalinato. La eficacia de éste fue descubierta a raíz de estudios realizados en Francia e Israel. Es un piretroide que se comercializa en nuestro país bajo la forma de tiras plásticas de liberación lenta impregnadas con el activo. El nombre comercial del producto es APISTAN.

Las formas de administración pueden clasificarse en:

Humos o gases: son volteadores de ácaros que se encuentran parasitando abejas adultas. Se aplican por medio de gasificadores o con el ahumador. Amitraz es una formamidina, actualmente se encuentra registrado el COLMESAN - Ahumado. Se aplica por medio del ahumador, inyectando unas seis bocanadas de humo al que se la ha introducido una dosis del producto.

Por evaporación: así actúan las sustancias orgánicas. El riesgo que se presenta al utilizar estos productos es la alta toxicidad que presenta sobre las abejas en caso de que su evaporación no pueda controlarse correctamente.

Solución: hay ciertos productos que se aplican puros en recipientes dentro de la colmena y gracias a la bioventilación producida por las abejas, se difunde.

También puede mencionarse dentro de este grupo a los que se aplican en el jarabe para su acción sistémica (Bacci, 2001).

2.6.1 Control químico

Las primeras medidas de control del ácaro se basaron en el uso de sustancias acaricidas de síntesis, incluidos productos órgano fosforados y piretroides con lo que se consiguió mantener la parasitosis controlada de una manera simple y eficaz, aunque con el riesgo de contaminar los diferentes productos de la colmena, dado el carácter lipofílico de algunos de ellos (Kraus, citado por Higes, 1996).

Otro riesgo que conlleva el uso sistemático de acaricidas de síntesis, es la aparición de resistencia a éstos por parte del ácaro (Lodesani et al., citados por Ibacache, 2003).

2.6.1.1 Fluvalinato

El fluvalinato es un piretroide, que comenzó a utilizarse en el año 1987 para controlar la Varroasis. Poco más tarde, se comercializó el producto Apistán® (Sandoz Ltda.) en forma de tiras plásticas al 10% p/p de fluvalinato para el tratamiento de esta parasitosis, no obstante, el elevado precio del Apistán lo hacía prohibitivo para los apicultores profesionales. Casi al mismo tiempo, se difundió otro método que consistía en impregnar tiras de madera en una solución de fluvalinato, preparada a partir de cualquiera de las formulaciones registradas como Klartan®, Mavrik®, etc. (Calatayud et al., 1994), y aunque esta práctica no resulte correcta desde el punto de vista científico, se ha impuesto dada su facilidad de aplicación y bajo precio (Higes et al., 1998).

Las tablillas son trozos de madera de aproximadamente 20 cm. de largo por 2 cm. de ancho y 2-3 mm de grosor, las que son inmersas durante 24 horas en una solución de Mavrik al 2.5 a 3%, dejando luego escurrir el exceso durante un día en ambiente seco. Dos tablillas son necesarias para tratar una colmena. Debido al uso abusivo de este compuesto como único tratamiento, en Italia se constató la aparición de resistencia por parte del ácaro según lo confirma un

estudio de Lodesani et al., citados por Ibacache (2003), quienes encontraron eficacias menores al 95% en 79,5% de las colonias utilizadas para el estudio, lo que parece deberse a un aumento de la capacidad de detoxificación del fluvalinato mediado por monoxigenasas en el citocromo P450 de Varroa (Hillesheim et al., citados por Higes et al., 1998).

La eficacia reportada para el fluvalinato es variable según lo citan Lodesani et al., citados por Ibacache (2003), quienes encontraron un rango entre 92,3 % a 100%. Llorente et al. (1990), encuentra eficacias también semejantes entre las tablillas impregnadas en fluvalinato y las tiras comerciales Apistán (99.06-99.92% para Apistán y 99.77-99.83% para las tablillas). Del Solar et al., citados por Ibacache (2003), describieron una eficacia promedio de 99.2% utilizando las tiras comerciales Apistán.

La aparición de resistencia al fluvalinato puede deberse a la ejecución de tratamientos tardíos, permanencia prolongada de las tiras utilizadas para el tratamiento dentro de las colmenas, utilización de dosis más bajas de las recomendadas por colmena, reutilización de las tiras ya usadas, y la repetición del tratamiento más veces de las recomendadas en el año. Además de la utilización de las tablillas de madera de diversas dimensiones impregnadas artesanalmente, las cuales tienen dosis variables e incontroladas, utilizándose productos de exclusivo uso fitosanitario, debido a la enorme diferencia de precios entre las tiras comerciales de fluvalinato (Apistán) y productos a base de fluvalinato no específicos para la apicultura.

2.6.1.2 Flumetrín

El compuesto base es un piretroide de síntesis, cuya presentación es en forma de tiras fumígenas de polietileno semirrígidas que contienen cada una 3.6 mg de flumetrín (Bayvarol®, LAB. Bayer). Estas tiras tienen dimensiones de 20 cm. de largo, 3.5 cm. de ancho y 1 mm de espesor, con un peso medio de 6.6 gr. (Higes et al., 1998). El Flumetrín está descrito como un producto de baja

toxicidad para las abejas y que distribuido en el interior de las colmenas, actúa por contacto sobre los ácaros (Koeniger y Fuchs, citados por Ibacache, 2003).

El flumetrín ha demostrado ser altamente eficaz en experiencias realizadas por diversos autores. Higes et al. (1998) describen una eficacia media de 99.7 %, con un máximo de 100% y un mínimo de 99.3%. Llorente (1994), describe una eficacia media de 99,7%. Higes et al. (1998), señalan las eficacias obtenidas por otros autores como Milani y Barbattini: 99.67%; Barbattini y Greatti: 99.7%; Ferrer et al.: 95.4%, con la mitad de la dosis recomendada; Ferrer et al., obtienen eficacias superiores al 99%, utilizando la mitad de la dosis recomendada por el fabricante.

2.6.1.3 Amitraz

Es una Formamidina. Actualmente se encuentra registrado el COLMESAN - Ahumado. También existe el COLMESAN - Solución que se aplica por medio de un gasificador. Antiguamente se contaba con tiras plásticas de liberación lenta que contenían este activo (ApiVar). Si bien en muchos países todavía cuentan con ese producto, como en Uruguay. En Europa aún se comercializa el ApiVar. En Estados Unidos también se comercializa uno bajo el nombre de Miticur. Artesanalmente se lo utiliza impregnado en tablitas de madera o en tiras de cartón.

2.6.1.4 Cumafos

Este activo corresponde a un fosforado con el que antiguamente la firma Bayer formulaba el producto comercial Perizin para el control de la varroasis de las abejas. Este producto hace ya varios años que se retiró del mercado pero sin embargo hay otros productos veterinarios formulados con la misma droga aunque su uso está autorizado para el control de pulgas y garrapatas en perros y gatos. Este producto es el Asuntol y desde hace muchos años los apicultores

lo usan en preparaciones artesanales. En los EE. UU. Se ha registrado un producto elaborado en base a este activo impregnado en tiras plásticas de liberación lenta.

2.6.2 Control orgánico

Una alternativa de tratamiento para las colmenas, la constituyen sustancias químicas de origen natural, como son los ácidos orgánicos. Estas sustancias poseen poder acaricida y se pueden encontrar en distintos alimentos, como la miel, derivados lácteos, etc. Son productos que deben ser manipulados con cuidado, utilizando guantes, gafas, mascarilla y cuya aplicación como tratamiento acaricida requiere un manejo laborioso. Su eficacia es variable (50%-90%), dependiendo del ácido utilizado (Higes et al., 1998).

Dentro de las sustancias más representativas de este grupo, se encuentran el ácido láctico, ácido oxálico y el ácido fórmico, los que actúan por contacto y por evaporación respectivamente (Mutinelli et al., citados por Ibacache, 2003).

2.6.2.1 Ácido oxálico

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 (Mariani et al., 2003).

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 (Mariani et al., 2003).

La acción acaricida del ácido oxálico 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. Esto porque algunos métodos de aplicación resultan ser muy laboriosos, además de ser peligrosos para los operarios y no presentan buena eficacia en presencia de cría (Barbero et al., 1997).

El efecto del ácido oxálico sobre las varroas y las abejas varía mucho en función de la dosis, la población de abejas de la colmena y sobre todo de la cantidad de cría presente, mostrando su mayor efecto en el primer día desde la aplicación (Mendoza et al., 2009).

Para el manipulador es tóxico con una fuerte acción cáustica local sobre la piel y mucosas. La inhalación del polvo o vapores provoca problemas respiratorios. Se debe usar gafas, guantes y máscaras antiácidos. Para las abejas posee cierta toxicidad por lo que se recomienda pocas aplicaciones (Calatayud, 2003a).

2.6.2.2 Ácido fórmico

El ácido fórmico es un compuesto químico orgánico presente en la naturaleza. Se encuentra en la saliva de la hormigas, en las frutas y en la miel (Vandame, 2000), variando en esta última en concentraciones de 50 a 1000 ppm, según el origen floral de la misma (Higes et al., 1998).

Se utiliza en la industria de la conservación de los alimentos, y desde la década de los 70 comenzó a ser utilizado con éxito para el control de plagas en los vegetales, por lo que se desvió su acción hacia el control de *V. destructor* (Vandame, 2000).

En Alemania se viene experimentando con ácido fórmico desde 1979 (Rademacher et al., 2000), siendo el producto que más se ha utilizado en Europa central y sobre el que más se está investigando en la actualidad (Higes et al., 1996). Se utiliza con frecuencia, especialmente en colmenas de tipo Langstroth (Barbattini y Greatti, citados por Ibacache, 2003), que son las colmenas más utilizadas en nuestro país.

El ácido fórmico actúa dentro de la colonia matando a Varroa por medio de evaporación, ya que la colonia se satura de gas y los ácaros mueren por acidosis metabólica (Vandame, 2000).

El tratamiento con ácido fórmico ha planteado dos problemas a la hora de utilizarlo en las colmenas: por una parte, la tasa de mortalidad de los ácaros varía considerablemente, por lo que el éxito del tratamiento es impredecible y por otra parte, las crías de las abejas, a punto de nacer, las abejas jóvenes y/o las reinas pueden sufrir algún tipo de daño (Rademacher et al., 2000).

La ventaja de utilizar ácido fórmico, es que por ser éste muy volátil, se evapora en tan solo tres semanas y en consecuencia no contamina los productos de la colmena, además, es de bajo costo y no crea resistencia por parte del ácaro (Vandame, 2000).

Existen muchos métodos de aplicación con el fin de conseguir una liberación lenta y en cantidades apropiadas del ácido, no siendo siempre satisfactorias las eficacias conseguidas. Entre las formas más utilizadas destacan : Formidol 60, placas de Krämer, Illertisen-Milben Platten, tiras de gel, evaporadores de mecha, bandejas de evaporación lenta, evaporadores Nassenheider, evaporadores tipo ER.FORM GF (Higes et al., 1998), Evaporador Universal MHT (Schuhleitner, citado por Ibacache, 2003).

También se han ensayado otras formas de aplicación artesanales, como por ejemplo: gamuza impregnada en ácido fórmico dentro de una bolsa (Barbattini y Greatti, citados por Ibacache, 2003), paños esponjosos impregnados en ácido fórmico, sueltos o dentro de bolsas con agujeros (Mutinelli et al., citados por Ibacache, 2003), entre otros.

Según Vandame (2000), el ácido fórmico debe ser utilizado con algunas precauciones, ya que es un ácido corrosivo que puede quemar la piel o provocar problemas respiratorios. Dentro de las medidas de seguridad para evitar accidentes, se considera necesario (Vandame, 2000):

- ✚ Manejar el ácido fórmico en lugares ventilados.
- ✚ Utilizar una mascarilla al manipular el compuesto.
- ✚ Utilizar guantes de goma.
- ✚ Usar lentes protectores.
- ✚ Etiquetar los recipientes en que se almacene éste ácido, y mantenerlo siempre fuera del alcance de los niños.

La eficacia del ácido fórmico varía mucho con las condiciones ambientales de acuerdo a la región geográfica en que se utilice, por lo que las concentraciones de este deben ser variadas de acuerdo a las distintas circunstancias, ya que concentraciones más bajas que las recomendadas pueden resultar en la sobrevivencia del ácaro (Vandame, 2000). Además, concentraciones y evaporaciones muy elevadas de este ácido pueden causar problemas dentro de la colmena como por ejemplo: salida de abejas de la colonia, desorientación o muerte de pecoreadoras, pérdida de reinas, pillaje, etc. (Higes et al., 1998).

Rademacher et al. (2000), utilizando un aplicador con ácido fórmico al 60%, obtuvieron eficacias promedio desde 88.9% a 95.7%. Este mismo autor en el año 1996, alcanzó una eficacia promedio de 94.20% en la mortalidad de los

ácaros con el mismo tipo de aplicador con ácido fórmico al 60%, sin observar efectos negativos en las colonias.

Mutinelli et al., citados por Ibacache (2003), efectuaron experiencias utilizando diferentes métodos y concentraciones de ácido fórmico, obteniendo las siguientes eficacias: 49.2% de eficacia con paños esponjosos impregnados en ácido fórmico al 85%; 95.5% de eficacia para paños esponjosos impregnados con ácido fórmico al 60% y 74.8% de eficacia utilizando distribuidores ER.FORM GF con ácido fórmico al 85%, no observándose efectos negativos con esta última forma de aplicación.

2.6.2.3 Aceites esenciales

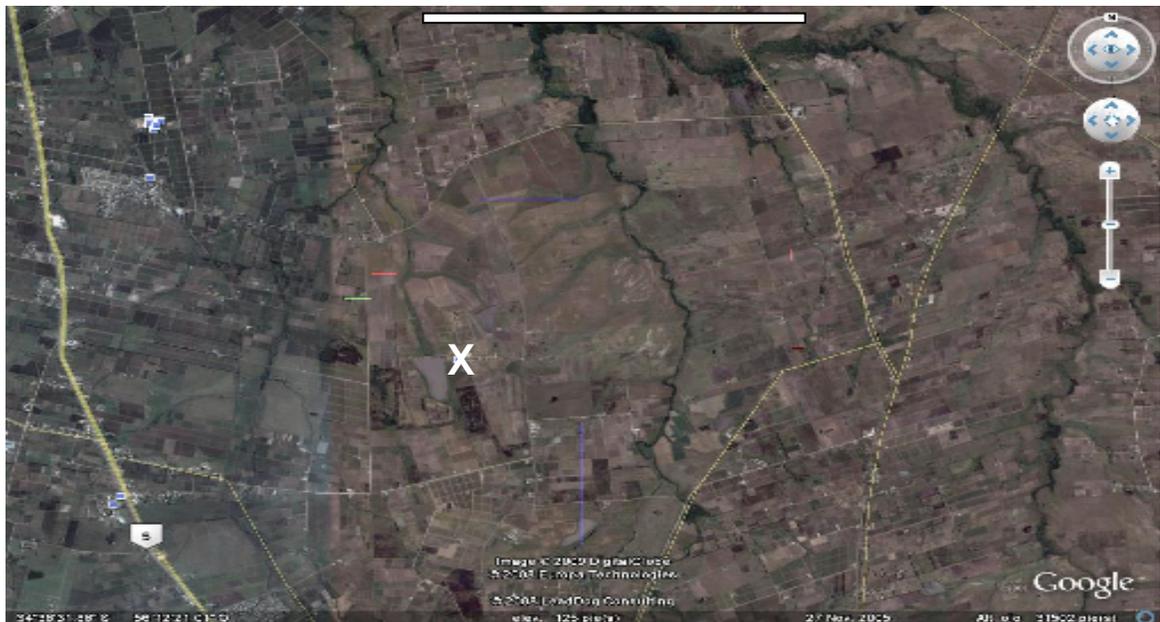
Constituyen otro grupo de sustancias orgánicas utilizadas para el tratamiento de varroasis. Entre ellos se encuentran el aceite esencial de limón, de anís, el timol, eucaliptol, y mentol. Se aplican en soluciones líquidas preparadas con diferentes sustratos como vermiculita o tablitas. Su poder de volteo es sensiblemente más bajo que los otros productos. En Europa, concretamente en Italia se desarrolló el Api-lifeVar, formulado con timol, mentol, eucaliptol y alcanfor. Artesanalmente se preparan métodos de administración de estos aceites. El más utilizado es el timol (Bacci, 2001).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. UBICACION DEL EXPERIMENTO

El estudio fue llevado a cabo en una apiario comercial ubicado en el Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía. Universidad de la República, en la localidad de Juanicó, departamento de Canelones, (coordenadas: S 34° 36' W 56° 13') entre marzo y julio del 2008.

Figura No. 10: Imagen satelital de la ubicación de los apiarios del ensayo.



Fuente: Google Earth (2008).

3.2 MATERIALES

Los muestreos se realizaron sobre 64 colonias tipo Langstroth de *A. mellifera* las cuales fueron manejadas en años anteriores de manera similar y además tenían presencia del ácaro *V. destructor*. De forma aleatoria se sortearon los tratamientos que le tocaría a cada colonia, definiendo un total de 4 tratamientos con 16 repeticiones de cada uno. Para ello se realizó un muestreo preliminar de *V. destructor*, se ordenaron los datos obtenidos en forma ascendente numerándolos del 1 al 64 con el objetivo de obtener una asignación estratificada de los tratamientos. Se cuantificó la proporción de abejas adultas, crías y reservas de miel y polen iniciales. Las colonias pertenecen a tres apiarios comerciales homogéneos de la zona (Cuadro 1), que se encuentran en un radio menor a 1.5 Km. y no presentan diferencias ambientales entre ellos.

Cuadro No. 1: Asignación de los tratamientos de control de *V. destructor* según apiario.

Tratamiento	No. Colonias Apiario 1	No. Colonias Apiario 2	No. Colonias Apiario 3	Total
Fórmico algodón (1)	5	7	4	16
Fórmico Aire con trampa (2)	6	5	5	16
Fórmico Aire sin trampa (3)	4	8	4	16
Apistan (4)	10	4	2	16

Fuente: Elaboración propia.

3.3 METODOLOGIA DE TRABAJO

Para registrar la prevalencia parasitaria en las colmenas, se procedió a tomar de cada colmena un cuadro de cría y se barrió sobre un frasco con formol (40 %) y agua (1:3) entre 200 a 400 abejas. Posteriormente se realizó el recuento de abejas y ácaros y se expresó su relación en porcentaje (Cuadro 2) El muestreo inicial que determinó la asignación de los tratamientos se realizó el 17 de marzo de 2008.

Cuadro No. 2: Estado sanitario promedio y porcentaje de infección inicial de las colonias según el tratamiento para el control de *V. destructor* asignado.

Tratamiento	Promedio Cuadros con Cría	Promedio % <i>Varroa</i> [†]	Desvío estándar
Fórmico algodón (1)	5.4	0.8 a	+/- 0.87
Fórmico aire con trampa (2)	5.4	0.81 a	+/- 0.81
Fórmico aire sin trampa (3)	5.2	0.91 a	+/- 1.21
Apistan (4)	5	0.71 a	+/- 0.65

[†]Misma letra indica que no son diferentes estadísticamente (P = 0.9441).

Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte para saber el estado sanitario general y determinar cuál era la posible causa de muerte de colonias se realizó un diagnóstico de nosemosis. Dicha enfermedad puede ser causada por el patógeno *Nosema apis zander* o por *Nosema ceranae*. Para ello se tomaron 10 abejas de la muestra extraída y se separaron con pinza histológica los diez abdómenes. Teniendo los diez

abdómenes en el mortero, se procedió a realizar el macerado con el agregado de dos centímetros cúbicos de agua destilada. De este macerado se tomó una gota y se depositó sobre un portaobjeto limpio, se colocó un cubre objeto sobre dicha gota y se llevó a microscopio con 400 aumentos. Se realizaron varios enfoques en distintos campos y se determinó presencia o ausencia, discriminándolo como positivo o negativo respectivamente.

La asignación de los tratamientos se realizó el 17 de marzo, luego del muestreo inicial. Posteriormente se realizaron las aplicaciones de los diferentes tratamientos (Cuadro 3). El muestreo final que permitió determinar los niveles de infestación final según tratamiento se realizó el 3 de junio de 2008.

Cuadro No. 3: Fechas de aplicaciones, Temperatura y Humedad Relativa.

Aplicación	Fecha	Hora de Inicio	Hora de Fin	Rango de Temp. (°C)	Rango de HR (%)
Primera	19/04/2008	9:00 a.m.	5:00 p.m.	15.2 - 27.3	30 - 69
Segunda	02/05/2008	1:00 p.m.	6:00 p.m.	14.8 - 18	54 - 81
Tercera	16/05/2008	1:00 p.m.	5:00 p.m.	14.8 - 16.8	62 - 84

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la estación meteorológica de CRS

En el experimento se evaluaron cuatro tratamientos:

Tratamiento 1: Ácido Fórmico

Se dosificaron 40 cm³ de ácido por colmena sobre tres toallitas colocadas sobre los cuadros de la cámara de cría. De esta forma la evaporación del ácido en el interior de la colmena se da, de forma gradual. Este tratamiento consistió en tres aplicaciones distanciadas aproximadamente 15 días entre ellas. En el momento de realizar las aplicaciones se evaluó la necesidad de la renovación

de los materiales utilizados para la dosificación, ya que el estado del mismo puede variar en función del hábito higiénico de la colonia.

Figura No. 11: Dosificación del ácido fórmico en las toallas sobre la cámara de cría.



Fuente: Elaboración propia.

✚ Tratamiento 2: Acido fórmico inyectado vía aire con trampa

Para la realización de éste tratamiento se elaboró un dosificador de manera tal que permitiera la dosificación del ácido fórmico al interior de la colmena en forma de inyección vía aire sin necesidad de apertura de la misma. Se efectuó el cálculo del número de bombeos a dar con el dispositivo, a los efectos de introducir el mismo volumen de aire que contiene un alza estándar vacía con aire saturado de ácido fórmico y generar el efecto letal a los ectoparásitos sin afectar a las abejas. De esta manera se procedió a efectuar 50 bombeos/colmena con intervalos de 15 días entre una y otra aplicación.

Para determinar la dosificación del ácido fórmico se realizó un pesaje del recipiente al comienzo de la aplicación y al final de la misma, se registró un gasto promedio por aplicación de 3 gramos de ácido en dicha inyección, encontrando una variabilidad muy grande debido a la rusticidad del dosificador.

Figura No. 12: Determinación de la dosificación del ácido fórmico en la cámara de cría.



Fuente: Elaboración propia.

Por otra parte en dicho tratamiento se realizó una modificación de los pisos de las colmenas, con la finalidad de evaluar si existe un efecto de volteo instantáneo en el ectoparásito sin la muerte del mismo. Para ello se le colocó al piso una malla de alambre que no permite el contacto de las abejas con las *V. destructor* caídas. De esta manera en caso de quedar con vida el ectoparásito no puede volver a tomar contacto con las abejas y volver a parasitarlas.

Figura No. 13: Colocación del piso trampa debajo de la cámara de cría.



Fuente: Elaboración propia.

🚦 Tratamiento 3: Ácido fórmico inyectado vía aire sin trampa.

Para este tratamiento se utilizó el mismo dosificador del tratamiento 2 sin la modificación efectuada a los pisos de las colmenas. Al igual que en el tratamiento anterior se realizaron 50 bombeos/colmena cada 15 días en tres repeticiones.

Figura No. 14: Inyección vía aire del ácido fórmico dentro de la cámara de cría



Fuente: Elaboración propia.

🚧 Tratamiento 4: Apistan.

En este tratamiento se procedió a la dosificación de dos tiras/ colmena, durante un período de 8 semanas a partir del 19 de abril. Ya que el fabricante recomienda retirar las tiras entre 6 a 8 semanas posterior a la aplicación.

Figura No. 15: Dosificación de las tiras de Apistan dentro de la cámara de cría



Fuente: Elaboración propia.

Luego de haber realizado el trabajo de campo se procedió a procesar los datos obtenidos en fase de gabinete. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (SAS Institute, 2004). Se utilizaron modelos mixtos con colmena como efecto aleatorio-repetición y tratamiento como efecto fijo, se realizaron análisis de varianza para probar las diferencias entre tratamientos, se estimaron medias de los tratamientos y se compararon con pruebas de comparación múltiple. Por otra parte se realizaron cálculos de la correlación entre % de infestación de *Varroas* y % de infección con *Nosema* y estado general de la colmena.

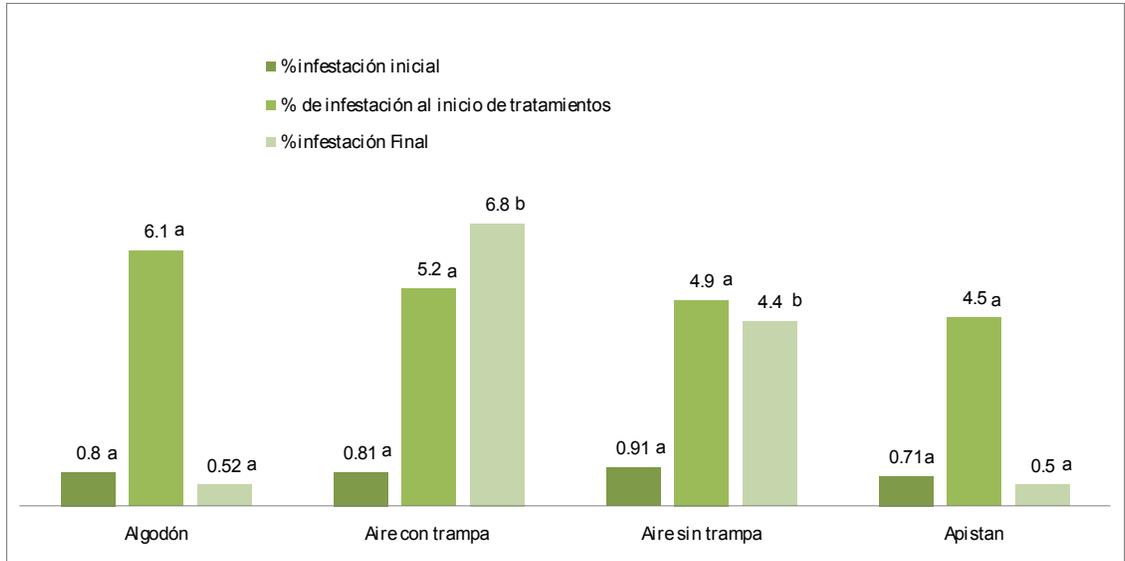
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el objetivo de determinar el efecto de cada tratamiento, la primera hipótesis planteada fue el determinar si había diferencias estadísticas significativas al comienzo del experimento en cuanto a nivel de infestación de *V. destructor*, con la finalidad de ver si la estratificación de los tratamientos fue correctamente efectuada. No hay diferencias significativas entre medias de tratamientos para proporción de infestación de varroas en las colonias al momento de realizar el diseño experimental ($P = 0.9441$; Figura 16).

Debido a que existió un tiempo prolongado entre el momento de la asignación de los tratamientos y el momento efectivo en que se realizaron los mismos, se realizó el mismo análisis para determinar si existían diferencias entre la proporción de *Varroas* en los diferentes tratamientos. Se encontró que no hay diferencias significativas entre medias de los tratamientos al comienzo de los tratamientos ($P= 0.9090$; Figura 16).

Los tratamientos 1 (algodón) y 4 (apistán) controlaron al ectoparásito (i.e. no hay diferencias significativas entre la proporción de Varroas inicial y final $P=0.7732$ y $P=0.8371$ para T1 y T4 respectivamente, ver Figura 16). Sin embargo los tratamientos 2 (aire con trampa) y 3 (aire sin trampa) incrementaron significativamente el porcentaje de Varroas respecto del porcentaje inicial ($P<0.0001$ y $P=0.0008$ para T2 y T3 respectivamente). Posteriormente se realizó una comparación entre tratamientos, encontrando que el tratamiento ácido fórmico en algodón y el tratamiento con Apistán no presentan diferencias en proporción de varroas final – inicial ($P=0.9998$), mientras que ácido fórmico con trampa y ácido fórmico sin trampa difieren de los otros dos significativamente y a su vez tienen mayor proporción de varroas al final que al momento del muestreo inicial ($T1 \neq T2$ $P=0.0004$, $T2 \neq T4$, $P=0.0002$, $T3 \neq T4$ $P=0.0506$; Figura 16).

Figura No. 16: Evolución de infestación de *V. destructor* según tratamiento.



Letras diferentes para una misma barra indican diferencias significativas ($P \leq 0.05$).

Fuente: Elaboración propia.

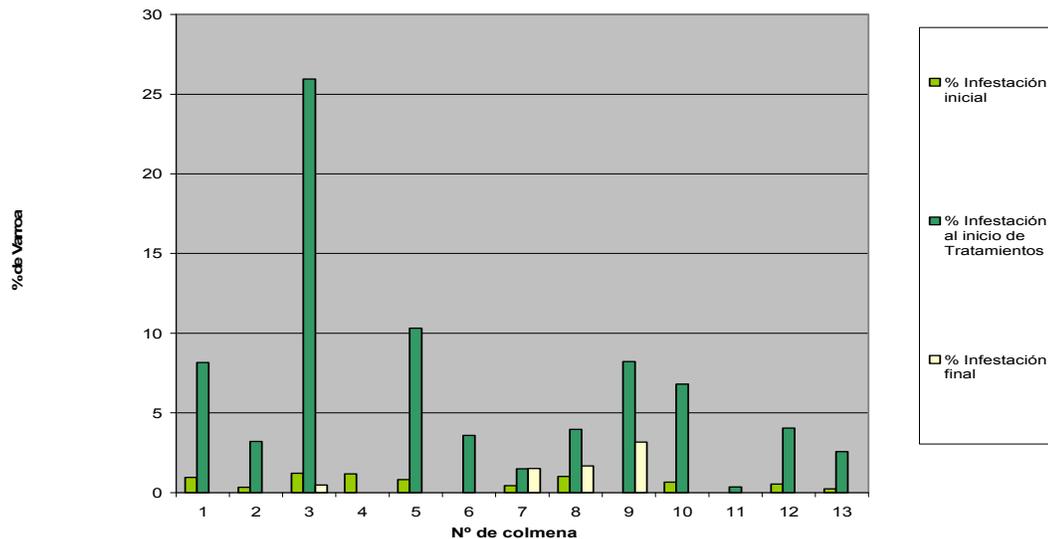
La correlación entre nosema y varroasis no es significativamente distinta de cero ($r = -0.139$, $P = 0.2905$). Si bien el diseño estadístico del ensayo no fue realizado con el objetivo de probar el efecto de nosema (i.e. no se incluyó como un tratamiento), se torna de importancia estudiar su correlación con la *Varroa* para determinar la posible incidencia de factores secundarios.

Con respecto a la determinación de si existe relación entre el estado general de la colonia (tomando como referencia el número de cuadros con cría que tenga) y el nivel de infestación de *Varroa*, se obtuvo que no existe asociación entre ambos parámetros ($r = -0.0077$, $P = 0.9547$). Es decir que no se puede afirmar que el estado de la colonia medido como números de cuadros con cría es un buen indicador del grado de infestación a futuro.

4.1 TRATAMIENTO ÁCIDO FÓRMICO EN ALGODÓN

El tratamiento con ácido fórmico dosificado en toallas higiénicas se comportó distinto que los tratamientos con inyección vía aire del mismo ácido ($T1 \neq T2$ $p=0.0004$); a su vez no hay diferencias estadísticamente significativas con el tratamiento con Apistan ($P=0.0589$); Esto se debe a un control efectivo del parásito al final del ensayo, en donde se observó un descenso en la población de *V. destructor* de un 6.1 % a un 0.52% (Figura 16 y 17).

Figura No. 17: Evolución de infestación de *V. destructor* para el tratamiento ácido fórmico en algodón.



Fuente: Elaboración propia.

Se cree que estas diferencias significativas entre tratamiento se pudieron estar dando por un gran número de factores, en primera instancia se considera importante destacar que la dosis utilizada para este tratamiento es 16 veces superior a la aplicada en los tratamientos con inyección vía aire. Esto se vio

reflejado tanto al momento de la aplicación como en los resultados finales, ya que esta forma de aplicación no solo mostró mayor control, sino también mayor agresividad, evidenciado en que las colonias más débiles no soportaron dicho tratamiento. Esto puede deberse posiblemente a una menor capacidad de ventilación de la colonia y una mayor exposición de la reina. Se registró una mortandad de 3 colmenas, equivalentes al 18 % de las colmenas destinadas al tratamiento. Dichas colmenas coincidieron con las que poseían menor población según observaciones de campo.

Otro factor que se considera de importancia es la mayor gradualidad de evaporación que se presenta en este método de aplicación, permitiendo una tasa de evaporación más lenta, causando un efecto más prolongado en el tiempo. Datos presentados por Bitenec y Snadjer (2002) muestran una tasa de evaporación diaria de Acido fórmico entre 13 y 18 g, para temperaturas entre 17 ° C y 32 ° C. Por otra parte en Uruguay con una aplicación de ácido fórmico de 20 mL con un solo emisor, la temperatura normal en la cámara de cría se recupera entre 1 a 3 horas luego de la aplicación, registrando un mínimo de 27 °C para las estaciones mas frías.² Por ello se puede inferir que en éste tratamiento considerando la aplicación de 40 cm³, se tendría presencia de ácido por un tiempo considerablemente superior al de las inyecciones vía aire.

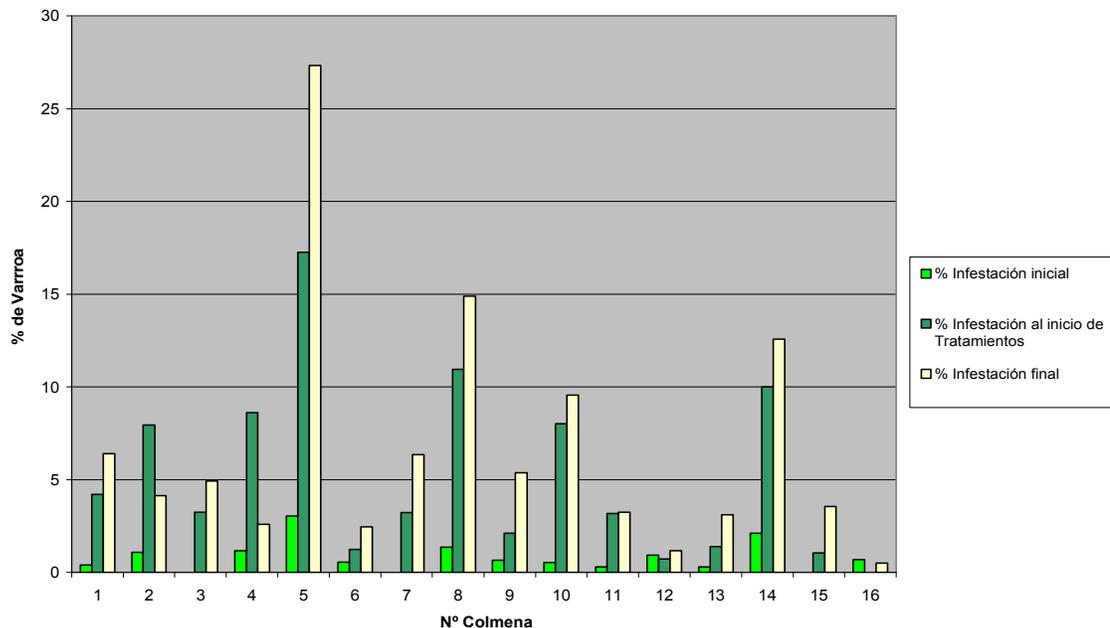
Esta presencia por mayor tiempo de ácido fórmico en la colonia podría penetrar a través de los opérculos de las crías aumentando su espectro de acción. A su vez es importante destacar que al tener tres toallas emisoras homogeniza la distribución de ácido fórmico mejorando la performance de la dosificación frente a datos reportados por Amorin y Daniel (2005) en las cuales se utilizaban dos dosificadores y dos aplicaciones.

² Cracco, P. 2008. Com. personal.

4.2 TRATAMIENTO ÁCIDO FÓRMICO INYECTADO VÍA AIRE CON TRAMPA

El tratamiento realizado con la inyección vía aire de ácido fórmico al interior de la cámara de cría con piso técnico, no presentó buen control de *V. destructor* comparado con los tratamientos de Apistán y algodón (P=7732). Si bien el experimento no contó con un tratamiento control que permita comparar la evolución del patógeno sin ningún método de control, se puede decir que dicho tratamiento no presentó un control efectivo del ectoparásito ya que los niveles finales de población del mismo fueron considerablemente elevados, presentando un nivel de infestación de 6,8 % (Figura 16 y 18).

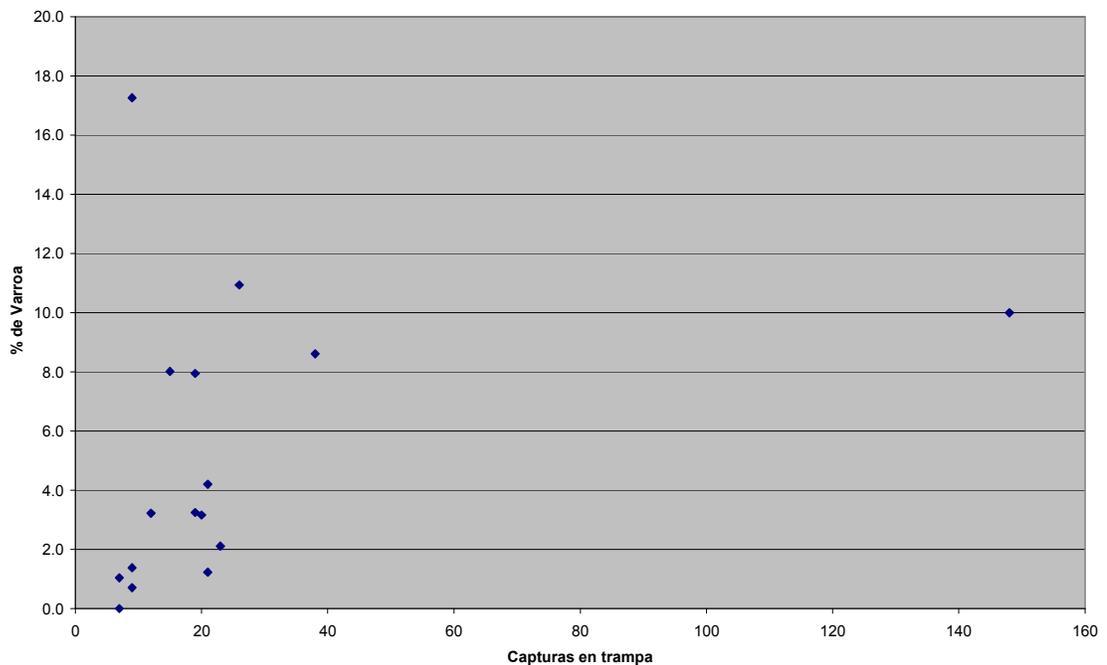
Figura No. 18: Evolución de infestación % de *V. destructor* en tratamiento ácido fórmico inyectado vía aire con trampa.



Fuente: Elaboración propia.

Al probar estadísticamente si las capturas obtenidas en trampa son un buen indicador del nivel de infestación de la colonia, se obtuvo como resultado que no existe una asociación entre el número de varroas obtenidos en la trampa y el número de varroas presentes en la colmena ($r=0.2958$, $P=0.3505$; Figura 19).

Figura No. 19: Capturas en trampa y % de Varroa.



Fuente: Elaboración propia

Dentro de los factores que pueden haber limitado la efectividad del tratamiento se debe nombrar la baja dosis que se pudo aplicar, por lo cual la inyección se remitió a un control instantáneo con una baja persistencia. De esta

manera posiblemente se obtuvo un control parcial únicamente de la *Varroa* forética.

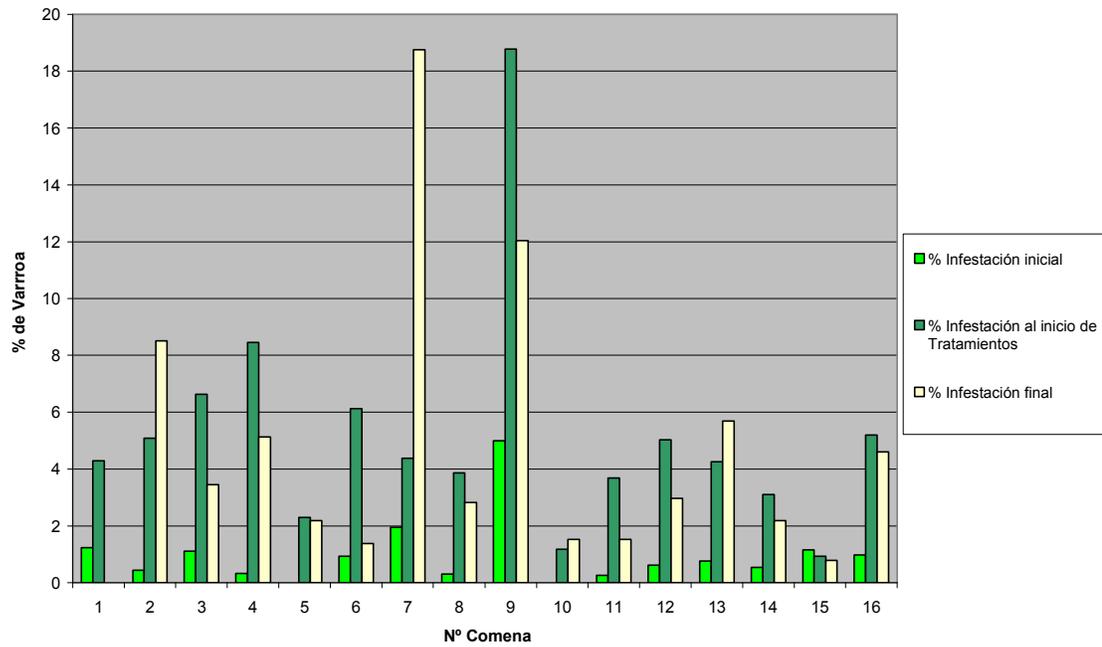
Este tipo de tratamiento con inyecciones presenta alguna serie de ventajas respecto a otros tratamientos para el control de *V. destructor*, entre los que se encuentra el no tener que realizar la apertura de las colmenas. Esto tiene un gran beneficio ya que la temperatura del nido de cría no es alterada en las estaciones más frías, es decir en invierno y principios de primavera, pudiendo ser un momento propicio para el control, en momentos con niveles bajos de varroa.

En vista de los análisis realizados se puede decir que este método de control no debería ser descartado, sino que convendría seguir probando a futuro a nuevas dosis que controlen con mayor efectividad al parásito sin afectar las abejas, utilizando dispositivos de dosificación no tan rudimentarios como el utilizado en el presente ensayo, ya que con la baja dosis aplicada si bien no se logró disminuir la población, tampoco hubo un aumento abrupto de la misma.

4.3 TRATAMIENTO ÁCIDO FÓRMICO INYECTADO VÍA AIRE SIN TRAMPA

Al igual que en el tratamiento con trampa, las colmenas tratadas con ácido fórmico inyectado vía aire sin trampa, no mostraron un buen control del ectoparásito, presentando al inicio un nivel de infestación de 4,9 % y luego del tratamiento 4,4 % (Figura 16 y 20).

Figura No. 20: Evolución de infestación de *V. destructor* en tratamiento ácido fórmico inyectado vía aire sin trampa.



Fuente: Elaboración propia.

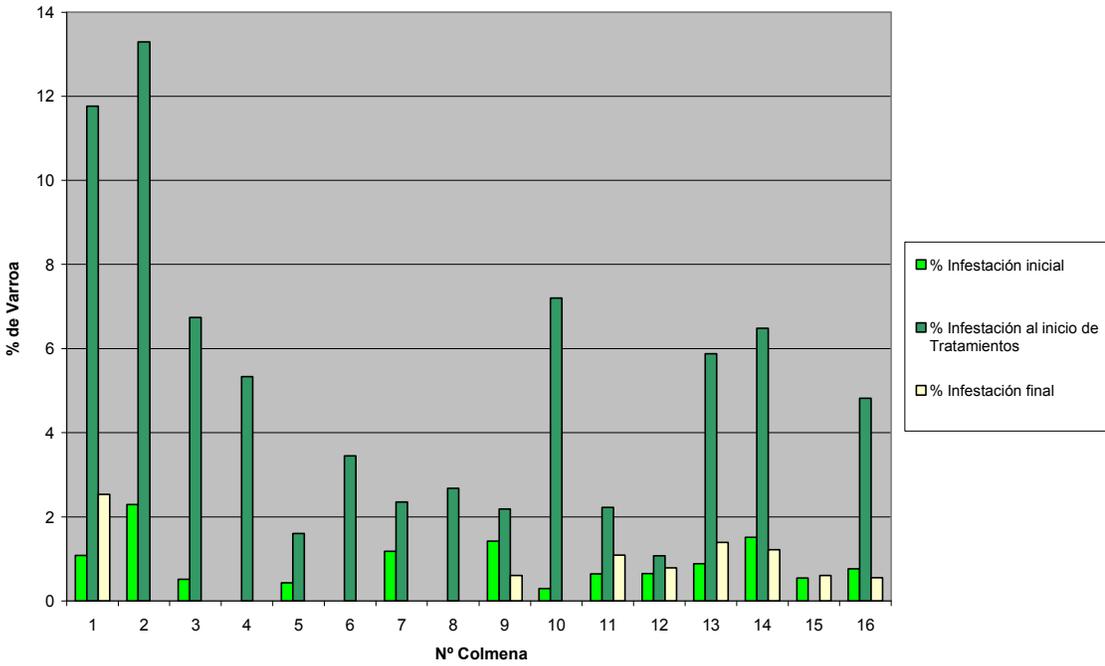
En ninguno de los dos tratamientos en los que se realizaron inyecciones vía aire hubo muerte de colmenas, esto es un indicio de que se puede aumentar la dosis en futuros ensayos

4.4 TRATAMIENTO APISTAN

El tratamiento con el sintético Apistán mostró un buen control del ectoparásito reduciendo el nivel de infección de 4.5 % a 0.51 %. Este comportamiento fue homogéneo para todas las colonias involucradas en el tratamiento (Figura 16 y 21).

Datos aportados por Amorin y Daniel (2005) para el mismo apiario indican una eficiencia baja para este producto, infiriendo que al no tratar todo el apiario y al no hacerlo en apiarios adyacentes, dicho producto no funcionó bien (el fabricante destaca la importancia de tratar todo el apiario). En este experimento se obtuvo un buen control del ácaro probablemente debido al manejo sanitario del apiario en el cual se realizó una rotación de principios activos antes de la nueva aplicación de Apistan, realizando en el año 2007 una aplicación con Cumafos. Esto afirma la necesidad de un sistema de rotación de principios activos para el control de dicho parasito, reduciendo eficientemente los niveles de poblaciones de varroas año a año.

Figura No. 21: Evolución de infestación de *V. destructor* en tratamiento Apistan.



Fuente: Elaboración propia

5. CONCLUSIONES

- Se debería seguir probando esta línea de productos orgánicos ya que tienen menor probabilidad de generar resistencia a la *V. destructor* y además se logra una menor acumulación de residuos en la miel y subproductos que llevan al cierre de mercados tan importantes para la apicultura nacional.
- El ácido fórmico en dispositivo de liberación lenta (Algodón) mostró un control efectivo para *V. destructor*, además de un bajo costo en la aplicación (u\$s 0.82 por colmena contra u\$s 3 del sintético por colmena). Si bien existe un aumento de costo de traslado hacia los apiarios también mejora el control de los mismos con el aumento de visitas al año. Para un apiario de 100 colmenas considerando el costo de aplicación y el combustible (considerando un consumo promedio de 15 Km/litro y un costo de U\$S 1.1/Lts) y dadas las máximas distancias posibles de recorrer en el territorio nacional, sería económicamente favorable el tratamiento con ácido fórmico. Cada apicultor debería evaluar la conveniencia específica de este método considerando su costo de traslado y el número de colmenas que posea.
- No podemos descartar a futuro los tratamientos con inyecciones vía aire ya que en el experimento no se contó con un tratamiento control en el cual se visualizara la evolución del nivel de infestación sin ninguna intervención. Por ello se considera importante seguir investigando con diferentes dosis y nuevos instrumentos que realicen una inyección más efectiva en la cámara de cría.
- El uso de pisos técnicos en la inyección vía aire del ácido fórmico no mostró beneficio respecto al tratamiento con el mismo método sin el uso de los mismos y por otra parte no se encontró correlación entre las capturas y el porcentaje de *Varroa* se debería seguir investigando y revisar algunos métodos de muestreo que indican que existe relación entre estos dos parámetros.

- Se demostró que no existe asociación entre la diferencia de número de cuadros con cría inicial y final con la proporción de varroas que tiene la colonia a futuro.

6. RESUMEN

Evaluación del control de *V. destructor* con diferentes formas de aplicación de ácido fórmico. Tesis de grado. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay. La actividad apícola en el Uruguay ha tenido un crecimiento importante en los últimos años tanto en volumen de producción como en ingresos económicos producto de sus exportaciones. En el Uruguay existen de 400 a 450 mil colmenas con un promedio de producción de 30 Kg por colmenas por año y aproximadamente 3000 apicultores, mientras que el potencial productivo se sitúa en 1,5 a 3 millones de colmenas. El sistema productivo de la apicultura Uruguaya se inserta en una realidad al igual que el resto de los rubros agropecuarios en donde no escapa de la influencia de los factores adversos existentes como ser, clima, económicos-financieros y sanitarios que llevan a que los niveles de productividad no sean los deseados por los productores. En este trabajo nos referiremos únicamente a los problemas sanitarios, enfocándonos puntualmente a la aparición del ácaro ectoparásito *Varroa destructor* que la apicultura del Uruguay enfrenta desde el año 1978. Dicho ectoparásito posee un ciclo de vida muy complejo y afecta tanto a las abejas adultas como a las crías en desarrollo, a causa de ello, su poder patogénico es muy alto, causando año tras año enormes pérdidas en el número de colmenas. El desarrollo de las infecciones es muy variable ya que depende entre otros, de factores climáticos, características propias de las abejas y de variaciones relacionadas directamente con el parásito. En este trabajo se estudian diferentes métodos de aplicación de ácido fórmico para el control del ácaro, de manera tal de seguir reuniendo herramientas a nivel nacional para el control del mismo en forma económica, práctica y efectiva, sin contaminar los productos de la colmena. El estudio fue llevado a cabo en un apiario comercial ubicado en el Centro Regional Sur (CRS) de la Facultad de Agronomía. Universidad de la República, en la localidad de Juanicó, departamento de Canelones, (coordenadas: S 34° 36' W 56° 13') entre los meses de marzo y julio del 2008. Se utilizaron 64 colmenas tipo Langstroth de *Apis mellifera mellifera* las cuales fueron manejadas en años anteriores de manera similar y además tenían presencia del ácaro en cuestión de estudio. De forma aleatoria se sortearon los tratamientos que le tocaría a cada colonia, definiendo un total de 4 tratamientos (ácido fórmico en algodón, ácido fórmico atomizado con trampa, ácido fórmico atomizado sin trampa, producto de

síntesis Apistán) con 16 repeticiones de cada uno. Las variables estudiadas fueron nivel de infestación al inicio y fin de los tratamientos, de manera de determinar la efectividad de los productos acaricidas evaluados, se contabilizaron las capturas en trampa en el tratamiento correspondiente, se realizó análisis de nosema para buscar correlaciones entre enfermedades, se observó el estado general de las colmenas para determinar alguna correlación estadística con dicho parásito y se compararon los tratamientos mediante análisis estadístico. Tanto el tratamiento con ácido fórmico en algodón como el tratamiento con Apistán mostraron un control efectivo del ectoparásito, reduciendo el nivel de infestación de 6.1 % a 0.52 % y 4.5 % a 0.51 % respectivamente y no son distintos estadísticamente entre sí. Los tratamientos con ácido fórmico inyectado vía aire no fueron efectivos en el control del ectoparásito. No existe correlación entre Nosemosis y Varroasis para este experimento.

Palabras clave: *Apis mellifera*; Ácaro; *V. destructor*; Ácido Fórmico; Fluvalinato.

7. SUMMARY

Assessment of control of *Varroa destructor*, with different applications of formic acid. Undergrade Tesis. University of the Republic, College of Agronomy. Montevideo. Uruguay. The beekeeping activity in this country has been developing increasingly and steadily, in the last few years. Such development in this area has also been reflected in the bulks of beekeeping products, as well as in the proceedings from exports. Despite such positive development in this area, there is a long way to go for Uruguay to reach the potential it represents as a beekeeping producer. Uruguay has around 400 to 450 thousand beehives with 3000 beekeepers and an average of 30 Kg of honey produced per beehive per year, while the potential of beehives is around 1.5 to 3 millions depending of the source. The Uruguayan apiculture productive system is positioned as the rest of the agriculture, which is not free from adverse existing factors such as: climatic, economic-finance, sanitary. Therefore, production levels do not reach producers expectations. Here we will be dealing with sanitary problems only, focusing on the ectoparasite mite, *Varroa destructor*, which Uruguayan apiculture has been fighting since 1978. This ectoparasite has a very complex life cycle which affects adult bees as well as developing baby bees. This is why its pathogenic power is extremely high, causing important losses in the number of beehives, year after year. Infestations are very variable because, it depends, among others, on climatic factors, bees own characteristics, and variations related directly to the parasite. In this work, different methods of formic acid application to control the mite were studied. We hope to get tools at a national level to control the parasite in an inexpensive, practical and effective way, without contaminating the beehive products. This study was carried out at a commercial apiary located in the Centro Regional Sur (South Regional Center) of the College Agronomy of the University Republic, in Juanico, Canelones County, (coordinates S 34° 36' W 56 ° 13') between March and July of 2008. A total of 64 *Apis mellifera* Langstroth hives were used, which had been managed similarly in previous years, and in which the acaridae subject of this study were present. The treatments to be given to each colony were assigned randomly, a total of 4 treatments were defined (formic acid on cotton, formic acid sprayed with trap, formic acid sprayed with no trap, formic acid an Apistan) synthesis product, sprayed with no trap, 16 reapplications were given for each case. The variables studied were level of infection in the beginning and end of treatments, to

determine the efficiency of the acaricide products assessed, the captures in traps with the corresponding treatment were counted, a nosema analysis was conducted to search for correlations between diseases, the general condition of the hives was observed to determine any statistic correlation with said parasite. The colonies that were treated with formic acid applied in cotton and with synthetic Apistan showed significant statistical differences when compared to spraying. The treatment with formic acid applied with cotton showed a decrease in the population of *V. destructor* from 6.1 % to 0.52% which proves an effective control of that parasite. The treatments conducted with the spraying of formic acid to the interior of the breeding chamber and with no technical floor did not show effective control. The treatment with synthetic Apistan showed effective control of the ectoparasite reducing the level of infection from 4.5 % to 0.51 %. The correlation between Nosemosis and Varroasis was not different to zero, therefore, there is no correlation between these for this experiment.

Keyword: *Apis mellifera*; Mite; *Varroa destructor*; Formic acid; Fluvalinato.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGROBIT. 2004. Control de Varroa a base de ácido fórmico. (en línea). Córdoba, Argentina. Consultado 12 abr. 2008. Disponible en http://www.agrobit.com.ar/info_tecnica/alternativos/apicultura/AL000004ap.htm.
2. AMORÍN, I.; DANIEL, M.N. 2005. Evaluación de diferentes productos en el control de *Varroa destructor* y presencia de residuos en miel. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 74 p.
3. ANDERSON, D.; TRUEMAN, J. 2000. *Varroa jacobsoni* (Acari: Varroidae) is more than one species. *Experimental and Applied Acarology*. 24: 165 – 189.
4. ANTUNEZ, K.; D'ALESSANDRO, B.; PICCINI, C.; CORBELLA, E.; ZUNINO, P. 2004. Paenilacillus larvae spores in honey samples from Uruguay; a nationwide survey. (en línea). Montevideo, Instituto de Investigación Biológicas Clemente Estable. 5 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.sciencedirect.com>.
5. _____.; _____.; ZUNINO, P. 2005. Algo sobre despoblación de colmenas; virus de la parálisis crónica y virus de la parálisis aguda; detección en Uruguay. Colonia, INIA. 10 p. (Actividades de Difusión no. 398).
6. ARIAS, A.; ARRANZ, F.; DE LA RUA, P.; PEREZ, I.; RODRIGUEZ, P. 2002. Uso de vaselina líquida con prácticas integradas en el control de varroasis en colmenas de *Apis mellifera*. (en línea). Guadalajara, España, Aula Apícola Municipal de Azuqueca de Henares. 3 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.aulaapicolazuqueca.com>.
7. ARQUILLUE, P. 1986. La varroasis de las abejas. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 16 p. (Hoja Divulgadoras no. 15).

8. BACCI, M. 2001. Tratamiento y producto para el control de varroa. (en línea). Mar del Plata, Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 9 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.sada.org.ar/articulos/técnicos/tratamientos-y-productos.htm>.
9. BARBERO, R.; PANELLA, F.; BONOZZONI, L. 1997. Acido oxalico en el tratamiento de limpieza radical de otoño-invierno. Vida Apícola. 85: 8-13.
10. BAILEY, L. 1984. Patología de la abeja. Zaragoza, Acribia. pp. 118-119.
11. BITENC, J.; SNADJDER, J. Nuevo tipo de distribuidor de ácido fórmico, para el combate del ácaro varroa. (en línea). Ljubljana, Jozef Stefan Institute. 4 p. Consultado 12 abr. 2008. Disponible en <http://www.apimondiafoundation.org/foundation/files/156s.pdf>
12. BOUNOUS, C.; BOGA, V. 2005. Fundamentos para el control de varroa y loque americana. Colonia, INIA. 44 p. (Boletín de Divulgación no. 87).
13. CALATAYUD, F.; BARBER, C.; VERDÚ, M. 1994. Fluvalinato; eficacia comparada de dos formas de aplicación. Vida Apícola. 65 :21-24.
14. _____.2003a. Alternativas para el control de varroasis. (en línea). Callosa d' En Sarriá, España, Fernando Catalayud. 7 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/51- alternativas-control- varroasis.PDF>.
15. _____.2003b. La varroasis de las abejas: nuevos conocimientos y aplicación práctica. (en línea). Callosa d' En Sarriá, España, Fernando Catalayud. 19 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/varroa/varroosis.pdf>
16. CASTILLO, R. 1992. Varroasis; grave amenaza para la apicultura de nuestro país. Chile Hortofrutícola. 26 (5): 18 - 22.

17. COMISIÓN NACIONAL SANIDAD APÍCOLA. 2002. Varroasis. (en línea). Buenos Aires, Hacer la Calidad. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.apinetla.com.ar/sanidad/varroa.htm>.
18. CORBELLA, E.; RAMALLO, G. 2005. Algo sobre despoblación de colmenas; síntomas y factores asociados a la despoblación de colmenas. Colonia, INIA. 10 p. (Actividades de Difusión no. 398).
19. CHARRIERE, J.D.; IMDOLF, A.; FLURI, P. 1997. Potencial y límites de ácido oxálico para luchar contra varroa. (en línea). Berna, Gilles Ratia. 6 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.beekeeping.com/articulos/potencial-acido-oxalico-htm>.
20. DADANT, C.; LANGSTROTH, L.; DADANT, P. 1975. La colmena y la abeja mellífera. 936 p.
21. DE FELIPE, M.A.; VANDAME, R. 1999. Curso de capacitación alternativo de varroa en la apicultura. (en línea). Córdoba, México, Colegio de Posgraduados. 15 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.beekeeping.com/articulos/control-varroa/>.
22. DEL HOYO, M.; CABRERA, C.G. 2004. Varroa un problema con solución. (en línea). Salta, INTA. 7 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/salta/info/documentos/varroa-resumen.pdf>.
23. ECOSUR. 2004. Lucha biológica contra la varroa. (en línea). Santiago de Chile, Ecosur. 76 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.agendaorganica.cl/noticias-antiores.asp>.
24. EGUARAS, J.M. 2004. Ácido Fórmico como agente de control de varroa destructor en Argentina. (en línea). Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 10 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/sanidad.htm>.
25. _____. 2005a. Efectos de atracción de aceites esenciales líquidos y microencapsulados sobre el ácaro Varroa destructor. (en línea). Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 3 p. Consultado abr. 2008. Disponible en

<http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/191-varroa-aceites-esenciales.pdf>.

26. _____. 2005b. Manejo integrado de la varroasis con énfasis en la utilización de acaricidas orgánicos. (en línea). Mar del Plata, Consejo Nacional de Investigación Científica y Técnica. 8 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/sanidad.htm>.
27. ENGEL, S.M. 1999. The taxonomy of recent and fossil Honey Bees. Journal of Hymenoptera Research. 8: pp 165- 196.
28. ESPINA PEREZ, D.; ORTEX, G.S. 1984. Apicultura tropical. Cartago, Tecnológica de Costa Rica. pp. 190-193.
29. FERRER, M.; MORENO, C.; MARTINEZ, A.I.; SANCHEZ, C.; GARCÍA, M.J. 1993. Tratamiento con dos piretroides (fluvalinato y flumetrín) en presencia de cría operculada. Vida Apicola. 62: 45-48.
30. FLORES, J.M.; RUIZ, J.M.; PUERTA, F.; CAMPANO, F. 1996. Control de varroasis, investigaciones sobre tratamientos alternativos en el sur de España. (en línea). Córdoba, España, Centro Andaluz de Apicultura. 10 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/sanidad.htm>.
31. _____.; BUSTOS, M. 2000. Apicultura situación actual de la parasitosis por varroa. (en línea). Córdoba, España, Centro Andaluz de Apicultura. 10 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/sanidad.htm>.
32. GOCHNAUER, T.A.; FURGALA, V.; SHIMANUKI, H. 1975. Enfermedades y enemigos de las abejas mellíferas; la colmena y la abeja mellifera. Montevideo, Hemisferio Sur. 835 p.
33. GOOGLE.EARTH. 2008. Imagen S 34° 36´ W 56° 13. (en línea).s.l. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.google.com/earth>
34. HIGES, M.; SUAREZ, M.; LLORENTE, J. 1996. Eficacia del Flumetrín en el control de Varroa Jacobsoni. Vida Apicola. 75: 36-43.

35. _____.; _____.; SANZ, A. 1998. Eficacia acaricida del ácido láctico frente a varroa jacobsoni. (en línea). Guadalajara, España, Centro Apícola Regional. 6 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/acido%20lactico%20acaricida.pdf>.
36. IBACACHE, A. 2003. Evaluación de cuatro tratamientos alternativos en el control de varroa, destructor Anderson y Trueman en Apis mellifera L. en la zona de Valparaíso.(en línea). Valparaíso, Fundación Isabel Caces de Brown/Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 65 p. Consultado mar. 2008. Disponible en http://www.ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/ibacache
37. LESSER, R. 1995. Hacia una apicultura moderna. Santiago, Editorial Universitaria. 189 p.
38. LLORENTE, J. 1990. Principales enfermedades de las abejas. 2ª. ed. Madrid, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Servicio de Extensión Agraria. 135 p.
39. MANRIQUE, A.J. 1994. La varroasis, diagnóstico de control. (en línea). Maracay, Venezuela, INIA/CENIAP. 5 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd46/varroasis.htm>.
40. MARCANGELI, J.A. 2001. Control de varroa destructor en la colmena de la abeja Apis Melifera con cría dirigida a zánganos. (en línea). Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. 5 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/sanidad.htm>.
41. MARIANI, F.; LAMBRECH, R.; TESTIANI, M. 2003. Evaluación del ácido fórmico para el control de la Varroasis en la colmena en mielada. Vida Apícola. 122: 48-51.
42. MENDOZA, Y.; CARRASCO, L.; DÍAZ, S.; OJEDA, P.; OLIVERA, L.; RAMALLO, G.; VILLAR, S. 2009. Apiarios como herramientas eco-

toxicologica para evaluar calidad ambiental. Montevideo, INIA. 3 p.
(Actividades de Difusión no. 568).

43. MONTAGUD. 2005. Noticias. (en línea). Barcelona. 3 p. Consultado abr. 2008. Disponible en http://www.vidaapicola.com/listado_noticias.php
44. NOGUEIRA NETO, P. 1953. La criança de abellas indígenas sem ferra (Meliponinae). San Pablo, Brasil, Chacras e Quintas. 280 p.
45. OKSMAN, M. 1997. Lecciones de Apicultura; práctica del colmenar. Buenos Aires, Héctor J. Mattone/Artes Gráficas Negri. 353 p.
46. PELDOZA, J. 1992. Varroasis de las abejas. El Campesino. 8 (123): 48-58.
47. PHILLIPPE, J.M. 1990. Guía del apicultor. Madrid, Mundi-Prensa. 376 p.
48. PIANA, G.; RICCIARDELLI, G.; ALBORE, D.; ISOLA, A.1989. Composición química de la miel; la miel. Madrid, Enrique Ascencio de la Sierra/ Mundi-Prensa. pp. 16-19.
49. RADEMACHER, E.; BRUCKNER, D.; OTTEN, CH.; RADTKE, J.2000. El ácido fórmico en el tratamiento contra la varroasis. Vida Apícola. 101: 41-47.
50. RODGERS, P.E.W. 1976. Honey quality control. In: Crane, E. ed. A comprehensive survey honey. London, Heinemann. pp. 314-325.
51. RODRIGUEZ, F. 2005. Varroasis . (en línea). Buenos Aires, Todo miel. 3 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.todomiel.com.ar>.
52. RUFFINENGO, S.; MAGI, M. 2007. Varroasis. Colonia, INIA. 6 p. (Actividades de Difusión no. 500).
53. RUIZ, J.A.; FLORES, J.M.; PUERTA, F.; CAMPANO, F. 1998. El timol como tratamiento natural de elección contra Varroa Jacobsoni Oud. (en línea). Córdoba, España, Centro Andaluz de Apicultura. 8

- p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/sanidad.htm>.
54. SAS INSTITUTE. 2004. Base SAS 9.1 procedure guide, v. 1-4. Cary, North Carolina. 1906 p.
 55. SCIENCE LAB. 2005. Material safety data sheet. (en línea). Houston, Chemicals and Laboratory Equipment. 7 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.sciencelab.com/xMSDS-Formic-acid-85-F-C-C-9924100>.
 56. SUAREZ, M.; PEREZ, J.L.; MARTIN, R.; SANZ, A.; ROJO, N.; DELACRUZ, M.; MEANA, A.; HIGES, M. 2005. Comparación de la eficacia acaricida de dos diferentes métodos de aplicación del ácido láctico en el control de varroasis. (en línea). Guadalajara, España, Apicultura Galega. 7 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.apiculturagalega.org/modules>.
 57. TOSCANO, H. 1989. La salud de la colmena; la varroasis. Montevideo, Sociedad Apícola Uruguaya. v. 1, pp. 10-16 (Apicultura Joven).
 58. _____. 2005. Estado actual de las patologías apícolas en el Uruguay. (en línea). Punta del Este, MGAP. 1 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/203-estado-patologias-apicolas-uruguay.pdf>.
 59. TURA, A. 2005. Hacia un plan sanitario apícola nacional. (en línea). Soriano, Alvaro Tura. 6 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/sanidad/202-plan-sanitario-nacional-uruguay.pdf>.
 60. URUGUAY. MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. JUNTA NACIONAL DE LA GRANJA. 2004. Apicultura. (en línea). Montevideo. 1 p. Consultado abr. 2009. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Junagra/EISector/apicultura.htm>.
 61. _____. _____. OFICINA DE PLANEAMIENTO Y PROGRAMACIÓN AGROPECUARIA. 2003. Miel; situación actual y perspectivas. (en

línea). Montevideo. 5 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.culturaapicola.com.ar/apuntes/miel>

62. VANDAME, R. 2000. Control alternativo de varroa en apicultura. (en línea). Chiapas, Colegio de la Frontera Sur. 6 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.beekeeping.com/articulos/control-varroa/curso2htm>.
63. VEERKAMP, H. 2002. The Varroa mite, *Varroa jacobsoni* (en línea). Consultado abr. 2008. Disponible en <http://web.inter.nl.net/beenet/varroa.htm>.
64. WANADOO. 2003. Alimentación; mieles, normativa argentina, producción exportación, calidad valor nutricional. (en línea). Buenos Aires, Rincón del vago. 21 p. Consultado abr. 2008. Disponible en <http://www.rincondelvago.com/miel.html>.

9. ANEXOS

T 0

Muestra (colmena)	No. abejas	No. de varroas	tratamiento	Cuadros Con cría
1	277	3	4	10
2	262	6	4	7
3	244	3	3	5
4	256	1	2	5
5	371	4	2	8
6	225	1	3	6
7	141	0	2	4
8	210	2	1	6
9	257	3	2	6
10	301	1	1	6
11	271	3	3	5
12	231	7	2	5
13	412	5	1	5
14	254	3	1	4
15	299	1	3	4
16	244	2	1	4
17	208	0	3	3
18	186	1	2	4
19	215	2	3	4
20	195	1	4	3
21	205	4	3	4
22	238	0	4	3
23	224	0	1	4
24	233	1	4	5
25	231	1	1	7
26	186	0	2	5
27	98	1	1	6
28	274	1	1	4
29	337	1	3	8

30	294	0	1	4
31	297	4	2	3
				6
32	309	2	2	
33	342	12	1	8
34	361	18	3	7
35	748	4	2	6
36	299	0	4	3
37	321	0	3	3
38	400	1	3	7
39	162	1	3	3
40	309	2	1	7
41	425	5	4	5
42	344	1	2	5
43	396	3	3	7
44	514	0	4	4
45	375	0	1	7
46	351	5	4	3
47	370	2	1	9
48	327	3	2	6
49	339	1	4	5
50	314	2	4	5
51	308	2	4	6
52	226	2	4	5
53	368	2	3	5
54	415	1	1	3
55	227	0	3	5
56	342	1	2	4
57	475	10	2	7
58	186	3	1	3
59	612	0	2	8
60	331	5	4	7
61	148	1	2	5
62	192	0	4	2
63	261	3	3	7
64	184	1	4	7

T1

Colmena	Tratamiento	No. de abejas	No. de varroas
1	4	204	24
2	4	158	21
3	3	210	9
4	2	119	5
5	2	151	12
6	3	118	6
7	2	154	5
8	1	98	8
9	2	151	13
10	1	156	5
11	3	166	11
12	2	168	29
13	1	343	89
14	1	171	0
15	3	201	17
16	1	165	17
17	3	131	3
18	2	163	2
19	3	147	9
20	4	178	12
21	3	183	8
22	4	150	8
23	1	167	6
24	4	125	2
25	1	135	2
26	2	155	5
27	1	202	8
28	1	216	13
29	3	207	8
30	1	216	3
31	2	192	21
32	2	142	3
33	1	280	23
34	3	213	40
35	2	212	17
36	4	232	8
37	3	257	3

38	3	190	7
39	3	159	8
40	1	191	13
41	4	213	5
42	2	190	6
43	3	235	10
44	4	261	7
45	1	280	1
46	4	229	5
47	1	346	14
48	2	141	1
49	4	125	9
50	4	180	4
51	4	186	2
52	4	153	9
53	3	144	0
54	1	155	4
55	3	159	5
56	2	145	2
57	2	170	17
58	1	182	6
59	2	192	2
60	4	216	14
61	2		
62	4	171	0
63	3	216	2
64	4	177	0

T2

Colmena	Tratamiento	C. con abejas	c. con cria	No. de abejas	No. de varroas
1	4	8	4	79	2
2	4	8	5	188	0
3	3	6	0	178	0
4	2	6	3	125	8
5	2	9	3	97	4
6	3	8	2	94	8
7	2	8	2	122	6
8	1	6	3	135	0
9	2	6	5	154	4
10	1	2	0	192	0
11	3	7	2	174	6
12	2	5	2	183	50
13	1	6	4	212	1
14	1	7	4	119	0
15	3	5	2	117	6
16	1	6	2	196	0
17	3	8	3	137	3
18	2	6	4	123	3
19	3	6	3	145	2
20	4	5	2	123	0
21	3	7	4	176	33
22	4	5	2	129	0
23	1	6	3	98	0
24	4	7	3	158	0
25	1	7	zanganera	133	2
26	2	6	3	126	8
27	1	6	3	120	2
28	1				
29	3	9	3	142	4
30	1	Muerta			
31	2	7	3	215	32
32	2	7	3	112	6
33	1	10	3	126	4
34	3	10	2	108	13
35	2	8	3	220	21
36	4	6	1	133	0
37	3	6	3	131	2

38	3	7	1	196	3
39	3	5	3	135	4
40	1	10	5	129	0
41	4	8	1	195	0
42	2	10	6	154	5
43	3	7	3	176	10
44	4	7	3	186	0
45	1			204	0
46	4	7	3	166	1
47	1	9	3	154	0
48	2	10	6	172	2
49	4	6	2	107	0
50	4	7	3	92	1
51	4	9	4	127	1
52	4	6	3	144	2
53	3	5	0	183	4
54	1	8	3	121	0
55	3	8	3	138	1
56	2	6	3	129	4
57	2			183	23
58	1	Muerta			
59	2	9	3	141	5
60	4			248	3
61	2	10	3	206	1
62	4		2	174	0
63	3	10	3	128	1
64	4	8	2	165	1