

TUES  
1304  
G643c  
1999  
Ej. 1

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA



CONTROL DE VARROA (*Varroa jacobsoni* O.) CON ÁCIDO FORMICO  
APLICADO A DIFERENTES INTERVALOS DE TIEMPO EN ABEJAS  
AFRICANIZADAS (*Apis mellifera scutellata*).

POR:

ROLANDO ERNESTO GONZALEZ MORALES  
JUAN JOSE UMAÑA CORNEJO  
JOSE GERMAN VIDES SILVA

REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO



4656

CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 1999.

*Rolando E. Morales*

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**DOCTOR JOSE BENJAMIN LOPEZ GUILLEN**

**RECTOR**

**LICENCIADO ENNIO ARTURO LUNA**

**SECRETARIO GENERAL**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS**

**ING. AGR. JORGE RODOLFO MIRANDA GAMEZ**

**DECANO**

**ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO**

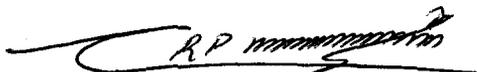
**SECRETARIO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**



**ING. AGR. RAMON ANTONIO GARCIA SALINAS**

**ASESOR:**



**ING. AGR. CARLOS RENE PLATERO MONTOYA**

**JURADO EXAMINADOR:**



**ING. AGR. MANUEL MAURICIO DIAZ PANIAGUA**



**ING. AGR. EMILIO OSWALDO IZAGUIRRE MEDINA**



**ING. AGR. LUIS HOMERO LOPEZ GUARDADO**

## RESUMEN

La presente investigación se realizó en el apiario "VS", ubicado en el Cantón El Portezuelo, Jurisdicción de Santa Ana, Departamento de Santa Ana. El ensayo tuvo una duración de ocho semanas comprendidas desde el 22 de mayo al 18 de julio de 1998.

El objetivo fue evaluar ácido fórmico al 60%, en el control del ácaro varroa aplicado a diferentes intervalos de tiempo (ocho, quince y treinta días), y con ello obtener una alternativa de solución orgánica y de bajo costo para los apicultores y como consecuencia disminuir el ataque de dicho ácaro.

El diseño estadístico utilizado fue bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones, cada repetición formada por una unidad experimental (colmena), los cuales fueron: T1 = Tratamiento testigo absoluto, T2 = Tratamiento testigo relativo (Bayvarol) y T3, T4, T5 = Tratamiento con ácido fórmico al 60% a intervalos treinta, ocho y quince días en forma respectiva.

El tratamiento T5 = Ácido fórmico al 60% aplicado cada quince días durante los dos meses, fue el segundo tratamiento más efectivo para controlar la varroa, con un porcentaje del 55.62 % en relación al tratamiento más efectivo el cual fue el T2 = Testigo relativo (Bayvarol) con un porcentaje del 47.71 %.

## AGRADECIMIENTOS

❖ **A los Señores propietarios del Apiario "VS", Santa Ana:**

Por permitirnos realizar nuestra fase de prácticas para llevar a cabo éste trabajo.

❖ **A nuestro Asesor:**

Ingeniero Carlos René Platero Montoya, por su valiosa colaboración en la elaboración del presente documento.

❖ **Al Jurado Calificador:**

Por las acertadas observaciones, con el fin de mejorar el contenido a ésta investigación.

❖ **Al Ingeniero Mario Bermúdez**

Por su colaboración en el diseño estadístico para la realización del presente documento.

❖ **A los Docentes de la Facultad de Ciencias Agronómicas:**

Por brindarnos sus conocimientos desinteresadamente a lo largo de nuestra formación académica.

❖ **A todas las personas que nos brindaron su colaboración de una u otra forma, para que se llevara a cabo nuestro trabajo de graduación.**

❖ **A la Universidad de El Salvador:**

Por habernos proporcionado nuestra formación académica.

*El Grupo.*

## DEDICATORIA

❖ **A MIS PADRES:**

Alfredo González Bernabé y María Esperanza Morales de González, por su incondicional amor, apoyo, paciencia y confianza, a lo largo de todos estos años.

❖ **A MIS HERMANOS:**

Martha Vilma, José Alfredo y Luis Armando; por su comprensión, apoyo y paciencia en buenos y en los difíciles momentos.

❖ **TODOS MIS SOBRINOS:**

Roberto José, Fátima María, Mauricio José, Luis Arturo, Sara Alexandra, Melissa, María y Roberto Carlos.

❖ **A TODOS LOS HERMANOS Y HERMANAS DE LA LUCHA:**

Que con su sacrificio sin límites contribuyeron a modificar la historia de éste Salvador y especialmente a los que brindaron su vida en este esfuerzo.

❖ **A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:**

Juan José Umaña Cornejo y José German Vides Silva, por darme la oportunidad de trabajar y su amistad.

❖ **A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS:**

Por compartir ideas, dificultades, alegrías y por tener la convicción que todavía tenemos que modificar la historia de nuestro país.

❖ **A LA VIDA:**

Gracias por haberme dado tanto.

*Roberto Ernesto González Morales*

## DEDICATORIA

### ❖ A DIOS TODOPODEROSO:

Por su misericordia y brindarme la sabiduría para lograr mis ideales en mi vida e iluminar siempre mi camino.

### ❖ A MI MADRE *Bertha Cornejo*:

Por ser mi Madre y brindarme su Amor Incondicional, apoyo, confianza, por guiarme siempre por el buen camino y por todos los consejos acertados que me brinda día a día.

### ❖ A MI PADRE *Juan José Umaña Durán* :

A quien recuerdo con mucho amor; y que en los años que compartimos juntos disfrutamos momentos muy felices; y ahora que está en los cielos, desde la tierra le digo: Misión cumplida Papá.

### ❖ A MIS HERMANAS *Dina Rosalía y Ana María*:

Por ser unas hermanas maravillosas, quienes tienen cualidades en abundancia y admiro mucho; por sus consejos, apoyo incondicional en todo momento.

### ❖ A MIS AMIGOS *Julio Alfredo Posa, Wilfredo Reyes*:

Por compartir ideas, alegrías, dificultades y lo mejor, por entregarme su amistad sincera.

❖ **A MI AMOR** *Dinora Marleni:*

Por darme la oportunidad de conocer que es el amor verdadero; su apoyo incondicional en todo momento.

❖ **A MIS FAMILIARES:**

Con mucho cariño, y brindarme su apoyo moral.

❖ **A MIS COMPAÑEROS DE TESIS:**

José Germán Vides Silva y Rolando Ernesto González Morales, quienes me brindaron su amistad, y de forma especial a José German, por brindarme su confianza y oportunidad de realizar este trabajo.

❖ **A MIS JEFES Y COMPAÑEROS ANTERIORES Y ACTUALES DEL MINISTERIO DE EDUCACION:**

Por brindarme su confianza, apoyo y oportunidad para estudiar y terminar con satisfacción mi formación académica.

❖ **A MIS MAESTROS DE EDUCACION BASICA Y UNIVERSITARIA:**

Ya que fueron ellos los protagonistas principales para que iniciara y finalizara con éxito mi formación académica.

*Juan José Umaña Cornejo*

## DEDICATORIA

### ❖ A DIOS:

Por permitirme estudiar esta carrera, una de las más nobles, importantes y rentables. El es quien nos ayuda en nuestro camino para ser personas útiles en la humanidad.

### ❖ A MI FAMILIA:

Especialmente a mi padre, madre y hermanos, por acompañarme en el trabajo con el animal más útil de la humanidad "LA ABEJA".

### ❖ A LOS APICULTORES:

Que con su esfuerzo y sacrificio proporcionan el alimento energético más saludable y medicinal " La Miel De Abejas"

*José German Vides Silva*



	Pág.
2.1.5.2.4	Apareamiento de la descendencia de varroa ..... 9
2.1.5.2.5	Salida y diseminación de varroa ..... 9
2.2.	Diagnóstico de la varroasis ..... 10
2.2.1	Pruebas de diagnósticos... ..... 11
2.2.1.1	Diagnóstico por observación de celdas operculadas (Prueba directa) ..... 11
2.2.1.2	Diagnóstico biológico (Prueba de la charola). 12
2.2.1.3	Diagnóstico por lavado jabonoso (Prueba de De Jong)..... 13
2.2.1.4	Diagnóstico al emplear éter comprimido (Prueba del frasco giratorio)..... 14
2.2.1.5	Diagnóstico químico ..... 15
2.3.	Método de control del ácaro ..... 16
2.3.1	Método químico ..... 16
2.3.1.1	Control con ácido fórmico..... 17
2.3.1.1.1	Generalidades del ácido fórmico..... 17

	<b>Pág.</b>
2.3.1.1.2 Efectividad del ácido fórmico en el control de la varroa.....	19
2.3.1.1.3 Modo de aplicación del ácido fórmico .....	19
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1 Generalidades.....	20
3.1.1 Localización del ensayo .....	20
3.1.2 Características climáticas de la zona .....	20
3.1.3 Flora apícola .....	20
3.1.4 Duración del ensayo.....	21
3.1.4.1 Fase pre experimental.....	21
3.1.4.2 Fase experimental.....	21
3.2 Metodología.....	21
3.2.1 Materiales y equipo apícola .....	22

	<b>Pág.</b>
3.2.1.1	Material y equipo a utilizar para determinar el nivel de infestación ..... 22
3.2.1.2	Material y equipo para la aplicación de los tratamientos. ....22
3.2.1.3	Preparación del ácido fórmico .....22
3.3	Descripción de los tratamientos..... 23
3.3.1	Aplicación de los tratamientos..... 23
3.3.1.1	Tratamiento testigo absoluto (T1). ..... 23
3.3.1.2	Tratamiento relativo – Bayvarol (T2) .....23
3.3.1.3	Ácido fórmico al 60% a intervalos de: treinta días (T3), ocho días (T4) y quince días (T5)..... 24
3.4	Toma de datos ..... 24
3.5	Metodología estadística ..... 24
3.5.1	Factor en estudio ..... 24
3.5.2	Diseño estadístico ..... 25
3.5.3.1	Modelo estadístico ..... 25
3.5.3.2	Parámetros a evaluar..... 25

	<b>Pág.</b>
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>26</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>32</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>34</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>37</b>

## INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página.
1. Análisis de varianza de los promedios de ácaros caídos por día durante ocho semanas.....	26
2. Promedio de varroas caídas durante 8 semanas por efecto de De los diferentes intervalos de tiempo en abeja africanizada ( <i>Apis mellifera scutellata</i> ).....	28
3. Costos de aplicación en los diferentes tratamientos durante las ocho semanas.....	29
4. Eficiencia de los tratamientos sobre la base de promedios diarios de ácaros caídos durante ocho semanas .....	38

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA	Página.
1. Representación de varroa ( <i>Varroa jacobsoni</i> O.).....	4
2. Ciclo biológico de la <i>Varroa jacobsoni</i> O. ....	6
3. Proceso de entrada del ácaro varroa a una celda y su ubicación dentro de ella, previa a la operculación, la enumeración señala el movimiento de la varroa.....	7
4. Localización de ácaros de varroa sobre pupa de abeja.....	11
5. Comparación de promedios de ácaros por efecto de tratamientos en relación con el testigo relativo.....	28
6. Efecto de los tratamientos en el control de varroa ( <i>Varroa jacobsoni</i> O.) en abejas africanizadas ( <i>Apis mellifera</i> <i>scutellata</i> ), con ácido fórmico a diferentes intervalos de tiempos, durante ocho semanas.....	29
7. Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con Bayvarol (testigo relativo).....	40

**FIGURA****Página.**

8.	Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con ácido fórmico al 60% cada treinta días.....	40
9.	Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con ácido fórmico al 60% cada ocho días.....	41
10.	Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con ácido fórmico al 60% cada quince días.....	41
11.	Plano de distribución de los tratamientos.....	42
12.	Localización de la varroa en el cuerpo de la abeja.....	43
13.	Ubicación de la charola dentro de la colmena.....	44

## I. INTRODUCCIÓN

En El Salvador, la Apicultura es un rubro de producción animal, que se destaca por ser una actividad proveedora de alimento de alta calidad, genera empleo, introduce divisas a la economía del país, y lo más importante es que fomenta la protección del medio ambiente y es en gran parte, la responsable de la polinización de los cultivos y bosques naturales. Como en otros rubros de producción animal, para lograr éxito, se requiere un manejo adecuado, que incluye prevención y tratamiento contra enfermedades que pueden limitar la producción. Existen más de 20 enfermedades conocidas de las abejas mellíferas (*Apis mellifera*), pero menos de 10 son de importancia, y de éstas la varroasis es la más temida por los apicultores en el mundo, (OIRSA, 1990) sin obviar a El Salvador. *Varroa jacobsoni* O., agente causal de la varroasis, es un ectoparásito que causa un daño físico-tóxico infeccioso a las abejas en sus diferentes fases de desarrollo, lo que lleva a una reducción de la producción de la colmena y en casos severos el exterminio de la colonia. (OIRSA, 1990, TRUJILLO, 1993).

En la actualidad, la Comisión Nacional Apícola de El Salvador, (CONAPIS), ha promovido el control de la varroa con un acaricida químico de alto costo, (Flumetrin) sin considerar que éste encarece la producción, y que los ácaros desarrollan resistencia y por lo tanto, no es aceptado por la mayoría de apicultores, preferente los pequeños productores. Por tal razón se necesita desarrollar una tecnología de control de la varroasis efectiva y a bajo costo, que

no contamine los productos de la colmena y de empleo práctico y seguro para el apicultor.

En la presente investigación se evaluó el ácido fórmico al 60% aplicado a diferentes intervalos de tiempo: ocho, quince y treinta días; para ser comparado con un testigo absoluto y relativo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades.

#### 2.1.1 Varroasis.

La varroasis o varroatosis es una enfermedad parasitaria externa y su forma de contagio afecta tanto a la cría como a las abejas adultas. A nivel mundial es la enfermedad más temida por los apicultores, por lo general, con la varroasis se asocian otras enfermedades en la colmena y con ello se acelera la muerte de las colonias de abejas. (OIRSA-1990, <http://www.inta.gov.ar/apinet/varroa.htm>)

#### 2.1.2 Agente causal.

La enfermedad es causada por el ácaro *Varroa jacobsoni* O., un parásito que puede sobrevivir sin alimentos fuera de su huésped hasta 9 días y hasta treinta días dentro de la cría operculada de un panal a temperatura ambiente.

(OIRSA, 1990).

Taxonomía del ácaro varroa:

Grupo : Artrópodos

Clase : Arácnido

Orden : Acarina

Familia : Dèrmannyssidae

Sub-familia : Varroinae

Género : *Varroa*

Especie : *jacobsoni*

### 2.1.3 Morfología.

Posee dos porciones de su cuerpo bien diferenciadas Cefalotorax y Abdomen. Su cuerpo esta recubierto por una fuerte membrana de quitina (una proteína) de color marrón. (TRUJILLO , 1993). (ver figura 1).

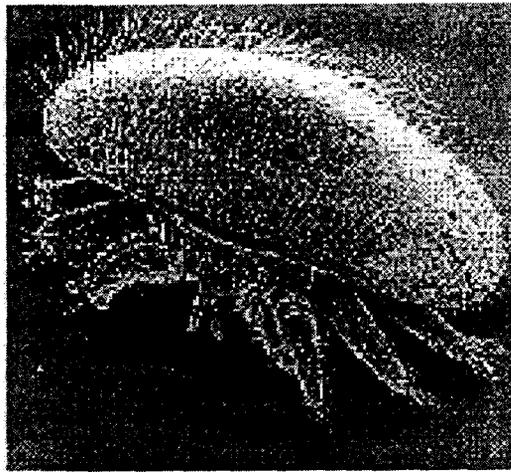


Figura 1. Representación de varroa (*Varroa jacobsoni* O.).  
([http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame1_sp.htm))

El parásito es bastante plano en sentido dorso-ventral y tiene una forma ovalada, posee cuatro pares de patas. El aparato bucal es de perforación-succión, dispuesto de queliceros. El macho es más pequeño 0.8 – 0.97 mm por 0.7 – 0.93 mm. (DIRECCIÓN GENERAL DE LA PRODUCCIÓN AGRARIA, 1997). El macho no está adaptado al parasitismo, ya que su cuerpo es casi esférico; solo mide 400  $\mu$ m. ([http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame1_sp.htm))

El cuerpo de la hembra (mide 1500  $\mu$ m) varroa adulta, se adapta al

parasitismo y a la foresia, ya que tiene forma elipsoidal, es deprimido dorso-ventral, y las ocho patas terminan en una ventosa (ver figura 1)

#### **2.1.4 Origen y distribución.**

El ácaro de la enfermedad fue reportado por primera vez en 1904 por Jacobson quien encontró los parásitos en abejas asiáticas *Apis cerana* en la isla de Java. Las abejas asiáticas *Apis cerana* desarrollaron de forma natural un comportamiento que les permite librarse del parásito. *Apis mellifera* (abeja europea) al no ser hospedero original, no tiene hasta la fecha un comportamiento que le permita librarse de él. El parásito ha emigrado desde entonces a otras naciones. China fue de los primeros países invadidos. (TRUJILLO, 1993).

En el continente americano antes de 1973, la enfermedad no existía; fue introducida a Paraguay con reinas procedentes de Japón. Desde entonces, la diseminación de la varroa en América ha sido muy rápida. (OIRSA, 1990). En México, el ácaro varroa fue detectado en 1992 ([http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articulos/vandame/vandame1_sp.htm)) y en El Salvador en 1996. (DIRECCIÓN GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL).

#### **2.1.5 Ciclo biológico.**

El ciclo de vida de la varroa (*Varroa jacobsoni* O.) presenta una fase forética y una fase reproductiva. (ver figura 2)

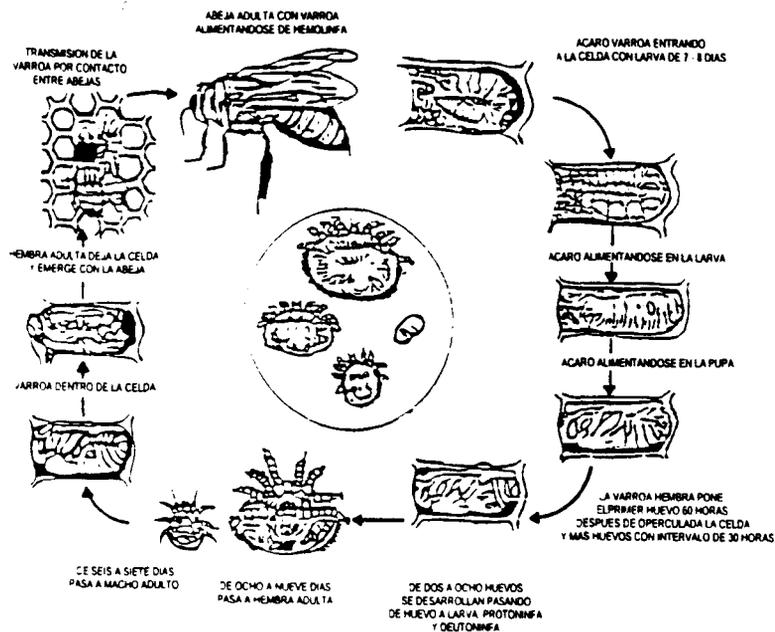


Figura 2. **Ciclo biológico de la varroa (*Varroa jacobsoni* O.)**  
 (DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS PECUARIOS. MÉXICO, 1994)

### 2.1.5.1 Fase forética.

“Forético” significa que el ácaro se desplaza de una colmena a otra al ser transportado por las abejas. La foresia sólo es realizada por las hembras adultas, que se localizan sobre las obreras y zánganos para infestar nuevas colmenas. Una particularidad en esta etapa es que durante su viaje forético la hembra varroa puede alimentarse de hemolinfa de la abeja y vivir por varios meses. La etapa forética del ácaro sobre la abeja dependerá de numerosas variables, dentro de las cuales, la presencia de cría y el clima, presentan fundamental importancia. ([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame2\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame2_sp.htm))

### 2.1.5.2 Fase reproductiva.

El individuo clave del ciclo de desarrollo de varroa es la hembra adulta

denominada "*fundadora*". Su vida alterna entre la fase forética y fase reproductiva.

#### 2.1.5.2.1 Entrada de la *fundadora*.

La *fundadora* se reproduce de forma exclusiva en una celda de cría y entra a ella 15 horas antes de que la cría sea operculada, ya que entrar demasiado temprano significa, para la futura *fundadora*, un riesgo de ser detectada y retirada por las abejas antes de la operculación de la cría. (ver figura 3).

([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1_sp.htm))

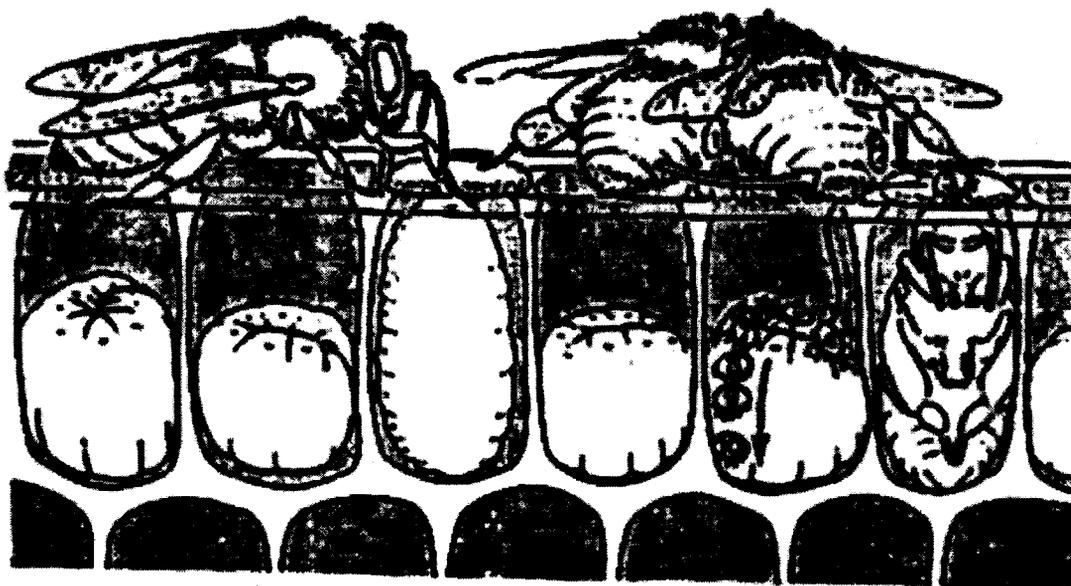


Figura 3. Proceso de entrada del ácaro varroa a una celda y su ubicación dentro de ella previa a la operculación, la enumeración señala el movimiento de la varroa.  
(Tomado de Boot et al., 1994)

### **2.1.5.2.2 Puesta de la *fundadora*.**

Luego de la operculación de la celda y durante 36 horas, la larva de abeja se alimenta, lo que constituye una señal para la varroa, quien había estado inmóvil y se alimenta por primera vez. Después de haberse alimentado sobre la abeja, la *fundadora* varroa pone sus huevos por primera vez, 70 horas después de la operculación, la *fundadora* los deposita en la pared de la celda. A lo máximo, la *fundadora* pondrá 6 huevos, con un intervalo medio de 30 horas. El primer huevo depositado origina un macho. (<http://www.inta.gov.ar/apinet/varroa.htm>)

(ver figura 3)

### **2.1.5.2.3 Desarrollo de la descendencia de varroa.**

Algunas horas después de la puesta, una larva de varroa aparece dentro del huevo. Esta larva de varroa se cambia de forma continua a protoninfa, deutoninfa y finaliza en adulto. (Las ninfas comienzan a alimentarse de la hemolinfa de la larva de la abeja). El desarrollo completo tarda alrededor de 130 horas para una hembra y 150 horas para un macho (ver figura 2). Este desarrollo es muy afectado por una mortalidad juvenil muy fuerte, en particular de deutoninfas. En promedio, solo 1.45 hembras llegarán a edad adulto en una celda de obrera, contra 2.2 en una celda de zángano. ([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1_sp.htm))

#### **2.1.5.2.4 Apareamiento de la descendencia de varroa.**

El apareamiento de los ácaros se lleva a cabo dentro de la celdilla antes de que la abeja emerja. (OIRSA. 1990). La celda es infestada con una sola *fundadora*. El apareamiento sólo puede ocurrir entre el macho y sus hermanas. El macho se aparea con la primera hembra tan pronto como llega a la fase adulta. El apareamiento puede ser repetido hasta 9 veces. Al llegar a ser adulta la segunda hija, el macho abandona a la primera hija para aparearse con ella y lo mismo sucederá con la tercera. La hembra de varroa, posee una espermoteca similar a la de la abeja reina, lugar utilizado como almacén para los espermatozoides del macho. (OIRSA. 1990, [http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1_sp.htm))

#### **2.1.5.2.5 Salida y diseminación de varroa.**

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 a 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 propia por las abejas nodrizas, más susceptibles de acercarse a la cría, lo que ofrece más oportunidades a los ácaros para entrar en la cría. Las 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 varroas por día pueden llegar a una nueva colmena. (<http://www.inta.gov.ar/apinet/varroa.htm>)

El número de ciclos reproductivos realizados por cada hembra varroa todavía no se conoce bien. (APITEC, 1997). En condiciones artificiales, se demostró que una *fundadora* puede realizar hasta 7 ciclos, con una producción de un potencial de 35 descendientes. Este número, sin embargo, es menor en condiciones naturales, ya que sólo 30% de las fundadoras realizan un primer ciclo reproductivo, 21% un segundo ciclo y 14% un tercer ciclo. ([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame2\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame2_sp.htm))

La fase reproductiva, como se observa, puede ocurrir de forma única, durante el período en que existe cría de abejas en las colmenas. En El Salvador, las colmenas poseen cría todo el año lo que facilita la reproducción de la varroa y dificulta su control.

## **2.2 Diagnóstico de la varroasis.**

A pesar de que el ácaro llega a medir de 1.6 mm de ancho por 1.2 mm de largo, en relación con el cuerpo de la abeja es muy difícil detectar su presencia a simple vista en colmenas si se encuentra con bajos y medios porcentajes de infestación, por lo que es necesario llevar a cabo métodos técnicos de observación, para poder efectuar un diagnóstico efectivo. (TRUJILLO,1993)

La varroasis puede ser detectada en los panales (celdas), cría y abejas adultas, tanto en zánganos como en obreras. (ver figura 4) La varroa, una vez introducida en el apiario, se disemina en forma acelerada, de modo que, para detectar su presencia, es suficiente examinar de dos a tres colmenas, aunque es preferible muestrear una de cada cinco, es decir, el 20% del apiario. Es muy difícil en el primero y segundo año de establecimiento del ácaro, detectar su presencia, debido a la falta de síntomas evidentes: aunque el ácaro puede ser visible a simple vista, es necesario llevar a cabo métodos técnicos de observación, para poder efectuar un diagnóstico efectivo. (OIRSA, 1990).



Figura 4. **Localización de ácaros de varroa sobre pupa de abeja.**

### **2.2.1 Pruebas de diagnósticos.**

#### **2.2.1.1 Diagnósticos por observación de celdas operculadas (Prueba directa).**

Procedimiento:

- Seleccionar marco con crías operculadas, de preferencia de zángano.
- Desopercular por lo menos 50 celdas o cortar una sección de 15 x 15 cm.

del panal seleccionado.

- Retirar la cría del interior de la celda desoperculada.
- Observar la cría, las paredes y fondo de la celda desoperculada.

La varroa puede ser observada a simple vista o con ayuda de un lente de aumento. En los panales atacados por el ácaro, algunos opérculos de las celdas tienen orificios de forma irregular, con bordes blancos que han sido formados por la materia fecal del parásito; su daño puede ser confundido con los que causan las loques europeas y americanas, ello es debido a que presentan cría distribuida en forma irregular en los panales, muchas veces en estado de putrefacción. (DIAZ PANIAGUA, 1997).

Evaluación:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{No. de celdas con Varroa}}{\text{No. de celdas desoperculadas}} \times 100$$

Parámetros:

- ◆ menos del 5%, infestación baja.
- ◆ del 5% al 10%, infestación media.
- ◆ arriba del 10%, infestación alta.

### **2.2.1.2 Diagnóstico biológico (Prueba de la charola).**

Procedimiento:

- Colocar en el fondo de la colmena, un cartoncillo blanco, al cual se le ha aplicado una capa de vaselina sólida simple u otro material adherente que permita la retención de los ácaros que caigan en él.

- Colocar sobre el cartoncillo una zaranda o charola, hecha con cedazo metálico (8mm x 8mm) con marco de madera del tamaño aproximado del fondo de la colmena, no impida la entrada y la salida de las abejas.
- Dejar la charola junto con el cartoncillo durante un período de tiempo de por lo menos de tres días; pero de preferencia siete.
- Retirar la charola pasado el período de tiempo seleccionado.
- Observar el cartón de la charola en busca de ácaro. (ALVAREZ, 1997, DIAZ PANIAGUA, 1997, OIRSA, 1990).

Evaluación:

$$\text{Varroas muertas/día} = \frac{\text{No. de ácaros recolectados}}{\text{No. de días de exposición de la charola.}}$$

Parámetros:

- ◆ menos de 5 varroas muertas/día, infestación baja.
- ◆ de 5 a 10 varroas muertas/día, infestación media.
- ◆ arriba de 10 varroas muertas/día, infestación alta, que equivale a tener 2,000 ácaros/colmena, para una colmena langstronh. <sup>1</sup>/<sub>J</sub>.

### **2.2.1.3 Diagnóstico por lavado jabonoso (Prueba de De Jong)**

Procedimiento:

- Se prepara en un frasco de boca ancha de 750 cc, la mitad de su capacidad con agua jabonosa.

<sup>1</sup>/<sub>J</sub> LIEBIG, G. 1997. Varroasis en la República de Alemania. México. (Comunicación verbal)

- Seleccionar un marco con cría a punto de ser operculada, de preferencia de zángano.
- Obtener, con la ayuda de un cepillo barre-abejas, una muestra de 200 - 300 abejas adultas, que se colocan en un frasco con agua jabonosa.
- Agitar el frasco con la muestra durante un minuto.
- Colocar una zaranda metálica (8mm x 8mm), en la boca del frasco y se vierte el agua jabonosa sobre una manta de color claro (blanco, de preferencia). Observar la manta en busca de ácaro.
- El agua jabonosa puede recolectarse al momento de verterse en la manta, para ser empleada nuevamente las veces que se desee.

Evaluación:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{No. de ácaros recolectados}}{\text{No. de abejas en la muestra}} \times 100$$

Parámetros:

- ◆ menos del 5%, infestación baja.
- ◆ del 5% al 15%, infestación media.
- ◆ arriba del 15%, infestación alta. (OIRSA, 1990)

#### **2.2.1.4 Diagnóstico al emplear éter comprimido (Prueba del frasco giratorio).**

Procedimiento.

- Seleccionar uno o dos marcos con crías a punto de ser operculada, de

preferencia de zángano.

- Obtener, con la ayuda de un cepillo barre -abejas, una muestra de 200 - 300 abejas adultas y se colocan en un frasco boca ancha más o menos de 750 cc. de preferencia de vidrio o de plástico transparente
- Aplicar por un segundo, éter comprimido (auxiliar de encendido, en inglés Starting fluid) en el interior del frasco.
- Observar las paredes del frasco, en busca de ácaro.

Se debe tener cuidado con la aplicación del éter, de preferencia realizar la prueba retirado del apiario.

Evaluación:

$$\% \text{ de infestación} = \frac{\text{No. de ácaros recolectados}}{\text{No. de abejas en la muestra}} \times 100$$

Parámetros:

- ◆ menos del 5%, infestación baja.
- ◆ del 5% al 15%, infestación media.
- ◆ arriba del 15%, infestación alta. (OIRSA, 1990)

### **2.2.1.5 Diagnóstico químico.**

Procedimiento:

- Colocar en el fondo de la colmena, un cartoncillo blanco, al cual se la ha aplicado una capa de vaselina sólida simple u otro material adherente que permita la retención de los ácaro que caigan en él.

- Colocar sobre el cartoncillo una zaranda o charola, hecha con cedazo metálico (8mm x 8mm) con marco de madera del tamaño aproximado del fondo, que permita la entrada y salida de las abejas.
- Colocar, entre o sobre los marcos, un acaricida específico para varroa.
- Retirar la charola, el cartoncillo y el acaricida, pasado un período de una hora.
- Observar el cartón en busca de ácaros.

En algunos casos, el acaricida puede usarse en otra oportunidad, si se guarda en un lugar adecuado.

Este método de diagnóstico solo sirve para saber si existe o no ácaro en la colmena, o sea que no permite determinar niveles de infestación. (DIAZ PANIAGUA, 1997)

## **2.3 Métodos de control del ácaro.**

Los métodos pueden ser de naturaleza química, física y biológica. Lo que se busca es que sean efectivos contra el ácaro, que sean tolerados por las abejas, de empleo seguro para el apicultor y que no contaminen con residuos los productos de la colmena. (CONGRESO INTERNACIONAL DE ACTUALIZACION APICOLA, 1997).

### **2.3.1 Método químico.**

Consiste en la aplicación de productos en forma de fumigaciones, aerosoles, sustancias evaporantes o bien polvos activos por contacto. La

eficacia de los productos empleados hasta el presente oscila del 70-90%. (TRUJILLO, 1997).

Los químicos que más se han investigado y utilizado como varroacidos por los países más avanzados en investigación apícola son: amitraz, fluvalinato, flumetrina, ácido láctico, ácido oxálico y ácido fórmico. (OIRSA, 1990).

Un problema que presentan los tratamientos químicos es la aparición de residuos de pesticidas en la miel; y aunque en niveles muy bajos, estos pueden aparecer a pesar de seguir las recomendaciones y dosis indicadas. Por otra parte, los ácaros pueden generar resistencia hacia los acaricidas y minimizar su efecto, (EISCHEN, F. 1995). Esto implica dosis cada vez más alta que traen aparejado una mayor concentración de residuos en los productos de la colmena. La cera también presenta residuos de pesticidas y aún más que la miel, dado que la mayoría de los acaricidas utilizados son solubles en las grasas.

### **2.3.1.1 Control con ácido fórmico.**

#### **2.3.1.1.1 Generalidades del ácido fórmico.**

El ácido fórmico es un ácido graso orgánico monobásico, que en forma natural se encuentra en las hormigas, ortigas y en las hojas de los abetos. Es un líquido incoloro, de olor irritante y soluble en agua. La acción del ácido fórmico va ligada a la concentración de vapor que se consigue en el interior de la colmena. (DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION AGRARIA, 1987).

El ácido fórmico se obtuvo por primera vez en 1670, por destilación de

*Fórmica rufa* ( hormiga roja) en la cual se encuentra en estado libre. Para ser obtenido artificialmente, se hace reaccionar monóxido de carbono con hidróxido de sodio acuoso, a temperatura y presiones elevadas. El formiato de sodio que se produce se trata con un ácido fuerte para liberar el ácido fórmico.



El ácido fórmico tiene el punto de ebullición a 100.5°C, el cual se emplea en el acabado y teñido de los materiales textiles, así como en la coagulación ácida del latex de hule y en la fabricación de artículos de piel. (RAKOFF, 1974)

Los ácidos que componen la miel son: acético, butírico, caproico, cítrico, láctico, málico, succínico, tartárico, valérico y fórmico ( BARRERA, 1992)

Se asegura que el ácido fórmico se encuentra en proporción bastante apreciable: 100g de miel tienen 0.0816 gramos. El ácido fórmico es un antiséptico poderoso y su presencia en la miel junto con los azúcares, evita las fermentaciones y el desarrollo de mohos. Mucho se ha discutido sobre su procedencia; existe una teoría basada en que el ácido fórmico se encuentra en la linfa del insecto y ésta, que circula por todo el cuerpo, atraviesa como es líquido, las glándulas salivales y deja en ellas unidos con los fermentos necesarios para la inversión de la sacarosa, el ácido fórmico. (PROGRAMA REGIONAL DE APICULTURA Y MELIPONICULTURA, 1995)

Estas sustancias se ponen en contacto con el néctar en la boca de la abeja. El análisis del contenido de la bolsa melaria permite comprobar la presencia de este ácido del que no se encuentra el menor vestigio en el néctar ingerido. (LOPEZ MAGALDI, 1990)

### **2.3.1.1.2 Efectividad del ácido fórmico en el control de la varroa.**

Numerosas experiencias en distintos países del mundo como México y la República Eslovaca, han demostrado que el ácido fórmico es efectivo en el control de la varroa. (<http://www.inta.gov.ar/apinet/varroa.htm>).

Según OIRSA, se han desarrollado más de 150 casos investigados para el control de la varroa, descritos de tantas formas de empleo como en el caso del ácido fórmico en la República Eslovaca, que se han realizado controles con ácido fórmico, obteniéndose un 85% de efectividad contra la varroa al ser utilizado una vez, y de forma frecuente un 95% de efectividad. (CONGRESO INTERNACIONAL DE ACTUALIZACION APICOLA, 1997, ([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1_sp.htm)))

### **2.3.1.1.3 Modo de aplicación del ácido fórmico.**

En ensayos efectuados en Argentina, el segundo mayor exportador a nivel mundial de miel, al utilizar ácido fórmico como control alternativo se pudo comprobar la enorme variedad de respuesta al tratamiento entre diferentes colmenas y apiarios, independientes del nivel de evaporación alcanzado en cada caso por el ácido fórmico. ([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1_sp.htm))

La utilización del ácido fórmico presenta una ventaja adicional, ya que se encuentra presente como un componente natural de la miel y con su uso no se incorpora ningún elemento extraño a la misma.

### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Generalidades.

##### 3.1.1 Localización del ensayo.

Este se realizó en el apiario " VS " ubicado en Cantón El Portezuelo, Jurisdicción de Santa Ana, Departamento de Santa Ana, situado a 4.0 km. al Oeste de la jurisdicción de Santa Ana a 799 msnm, con coordenadas geográficas: LN 13° 58' 44" y LE 89 ° 35'20" . (INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, 1985)

##### 3.1.2 Características climáticas de la zona.

La zona posee las siguientes características: la precipitación promedio máxima para los meses de mayo - junio fue de 855 mm. y la mínima de 223 mm. la temperatura promedio máxima para ambos meses fue de 26.2°C y la mínima de 20°C; con una humedad relativa de 78 %, y un promedio de 8.2 horas luz solar por día, con una nubosidad promedio mensual de 7.4 décimos de bóveda celeste. (ALMANAQUE SALVADOREÑO, SERVICIO METEOROLOGICO, 1995)

##### 3.1.3 Flora apícola.

La flora apícola existente alrededor del apiario presenta una gran variedad, en la que predomina: flor amarilla (*Baltimora recta*), cedro (*Cedrela adorata*), conacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), escobilla (*Sida acuta*), mango

(*Manguifera indica*), naranjo (*Citrus sinensis*), pepeto (*Inga spuria*), café (*Coffea arabica*). (LAGOS, 1983)

### **3.1.4 Duración del ensayo.**

El estudio tuvo una duración de 8 semanas, cuyo inicio fue el 22 de mayo y finalizó el 18 de julio de 1998, el cual se dividió en dos fases: Fase pre experimental y fase experimental.

#### **3.1.4.1 Fase pre experimental.**

Esta fase se realizó una semana antes del ensayo, del 15 al 22 de mayo. Para obtener una mayor información de las colmenas, se realizó la prueba de la charola a todas las unidades experimentales para determinar el grado de infestación y realizar el bloqueo respectivo. Los tratamientos se designaron a las colmenas una vez al azar dentro de cada bloque.

#### **3.1.4.2 Fase experimental.**

Esta fase se realizó durante el período de ocho semanas, desde el 22 de mayo al 18 de julio de 1998. La distribución de los tratamientos a las unidades experimentales se efectuaron de forma aleatoria.

### **3.2 Metodología.**

Para el ensayo se seleccionaron 15 colmenas del tipo Langstroth de doble

alza, las cuales poseían características similares con 7 panales, y 3 panales de miel como reserva alimenticia.

### **3.2.1 Materiales y equipo apícola.**

El material y equipo utilizado fue: Overoles apícolas, velos apícolas, guantes de hule, ahumadores, botas, espátula apícola, lentes protectores y botas.

#### **3.2.1.1 Materiales y equipo utilizados para determinar el nivel de infestación.**

Para determinar el nivel de infestación se utilizó: Charolas, cartoncillo cuadrulado de 1 cm x 1 cm. y vaselina sólida simple. (ver figura 15.)

#### **3.2.1.2 Materiales y equipo para la aplicación de los tratamientos.**

Para la aplicación de los tratamientos se utilizaron: Bolsas de plástico de dos libras, algodón absorbente, ahumador, guantes plásticos, lentes protectores y ácido fórmico.

#### **3.2.1.3 Preparación del ácido fórmico.**

El ácido fórmico comercialmente utilizado, es fabricado a una presentación del 100% de concentración. Para obtener la dilución al 60% de concentración se midieron en probeta 40 ml de agua destilada los cuales

fueron vertidos en un depósito que contenía 100 ml de ácido fórmico. Luego se depositó la cantidad de 60 ml en bolsas plásticas de dos libras, las cuales contenían dentro una torunda de algodón, fueron selladas. Se prepararon 54 bolsas para todo el ensayo.

### **3.3 Descripción de los tratamientos.**

Los tratamientos se describen a continuación:

- T<sub>1</sub> = Testigo ( testigo absoluto)
- T<sub>2</sub> = Bayvarol (testigo relativo)
- T<sub>3</sub>= Acido fórmico al 60% a intervalos de treinta días.
- T<sub>4</sub> = Acido fórmico al 60% a intervalos de ocho días.
- T<sub>5</sub> = Acido fórmico al 60% a intervalos de quince días.

#### **3.3.1 Aplicación de los tratamientos.**

##### **3.3.1.1 Tratamiento testigo absoluto (T<sub>1</sub>)**

Sin ningún tipo de control contra varroa.

##### **3.3.1.2 Tratamiento relativo - Bayvarol (T<sub>2</sub>)**

Este es un producto piretroide a base de Flumetrín utilizado por los grandes apicultores para el control de varroa, el cual se ha tomado como tratamiento para relacionar y comparar los resultados del ácido fórmico. La presentación del Bayvarol es en tiras que miden 35 cm. de largo. Se colocaron

dos tiras por colmena según el tratamiento durante un período de tiempo de ocho semanas, las tiras fueron extendidas en forma vertical sobre los bastidores (marcos) de las colmenas, de acuerdo a las especificaciones del producto.

### **3.3.1.3 Acido fórmico al 60% a intervalos de: treinta días (T3), ocho días (T4) y quince días (T5)**

La bolsa de plástico con ácido fórmico se colocó sobre los cabezales de los bastidores (marcos) de la cámara de cría; al momento de ser colocada la bolsa, ésta fue perforada 4 veces para que los vapores pudieran ser emanados. Este procedimiento se hizo a cada uno de los tratamientos según los intervalos de tiempo preestablecidos (ver figura 11) en la distribución de campo.

## **3.4 Toma de datos.**

Se utilizó el método de la charola, que consistió en hacer un recuento de ácaros caídos, cada 8 días; los cuales quedaron adheridos a una cartulina de color blanco colocada en el fondo de la colmena debajo de la charola de malla metálica. (ver figura 12)

## **3.5 Metodología estadística.**

### **3.5.1 Factor en estudio.**

El factor en estudio fue el ácido fórmico al 60% aplicado a diferentes intervalos de tiempo.

### 3.5.2 Diseño estadístico.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar, con 5 tratamientos y 3 repeticiones, cada repetición formada por una unidad experimental (colmena), se empleó para el ensayo un total de 15 colmenas del tipo Langstroth de doble alza.

#### 3.5.2.1 Modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + e_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$ : Respuesta observada en cualquier unidad experimental (ij)

$\mu$ : Media experimental

$T_i$ : Efecto del tratamiento "i"

$e_{ij}$ : Error experimental (ij)

i: 1,2.....a = número de tratamientos

j: 1,2.....r = número de repeticiones de cada tratamiento.

$\beta$ : Efecto de cualquier bloque.

#### 3.5.2.2 Parámetros a evaluar.

Los parámetros a evaluar fueron:

- Caída de ácaros por día, (muestreo semanal) y se hizo un análisis económico de los costo de los tratamientos en relación al tratamiento relativo, Bayvarol (Flumetrín).

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1- El análisis estadístico revela que el ácido fórmico aplicado a diferentes intervalos de tiempo tiene efectividad del 85.5% en el control de varroa con un 51% de probabilidad.

Se presenta a continuación el cuadro No. 1 de análisis de varianza, del programa estadístico MSTATC utilizado.

**CUADRO N° 1. Análisis de varianza de los promedios de ácaros caídos por día durante ocho semanas.**

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	"F" calculado	Probabilidad
TRATAMIENTOS	4	453.15	113.286	0.89	0.5113
REPETICIONES	2	906.40	453.202	3.57	0.0781
ERROR EXPER.	8	1016.86	127.107		
ERROR EXPERIMENTAL SIN ADITIVIDAD	1	673.81	673.806	13.75	0.0076
ERROR EXPERIMENTAL RESIDUAL	7	343.05	49.008		
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>2,376.41</b>			

2- La prueba de Contrastes Ortogonales realizada por el programa estadístico MSTATC, dio como resultado que el tratamiento (T5), de ácido fórmico al 60% aplicado cada 15 días es el más efectivo en comparación de la aplicación cada 8 y 30 días. (ver cuadro 2)

3- Las aplicaciones del ácido fórmico a intervalos de ocho, quince y treinta días en las colmenas con diferentes niveles de infestación; redujeron la caída de los ácaros entre 55.62% a 61.77% con relación al promedio diario total de ácaros caídos (100%), en el tratamiento testigo absoluto (T1). Esto solo es superado al aplicar Bayvarol (tratamiento testigo relativo T2) que redujo la caída de ácaros a un 47.41%. (ver cuadro 2 y figura 5)

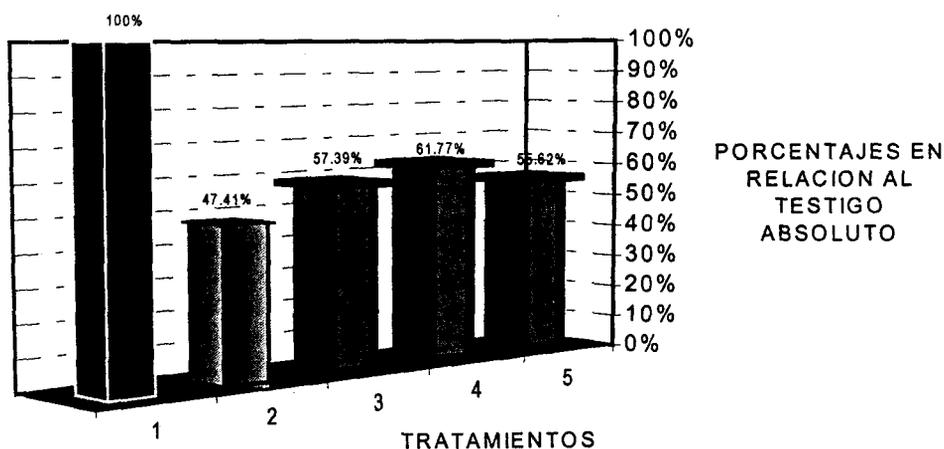
4- Las poblaciones de varroa, después de aplicar el ácido fórmico con los tratamientos T3, (treinta días), T4 (ocho días), T5 (quince días) se redujeron, ya que aumentaba la cantidad diaria promedio de Varroas caídas; esta caída cíclica se repitió durante los 60 días que permaneció el ensayo.

5- Las evaporaciones del ácido fórmico son efectivas en un período de tiempo de 15 días (T5), dado que la temperatura y humedad dentro de la colmena se mantiene constante y las abejas poco a poco sellan con propóleo los orificios hechos a la bolsa plástica, para que se evapore el ácido. La bolsa a mayor tiempo es sellada por las abejas.

Este tratamiento (T5), alcanzó un 55.62% menos de ácaros diarios caídos, con relación al testigo absoluto. (ver cuadro 2 y figura 5)

**CUADRO 2. Promedio de varroas caídas durante ocho semanas por efecto de los tratamientos a diferentes intervalos de tiempo en abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*)**

TRATAMIENTOS	INF.BAJA	INF.MEDIA	INF.ALTA	TOTAL	PROMEDIO	RELACION TRATS./TES. ABS. %
<b>T1</b> (testigo absoluto)	1.79	50.32	39.63	91.74	30.58	100
<b>T2</b> (testigo relativo)	14.66	15.03	13.81	43.5	14.5	47.41
<b>T3</b> (ácido fórmico 30 días)	12.41	18.07	22.18	52.66	17.55	57.39
<b>T4</b> (ácido fórmico 8 días)	15.79	26.88	13.99	56.66	18.89	61.77
<b>T5</b> (ácido fórmico 15 días)	6.72	30.96	13.34	51.02	17.01	55.62



**Figura 7. Comparación de promedios de ácaros por efecto de tratamientos en relación con el testigo relativo.**

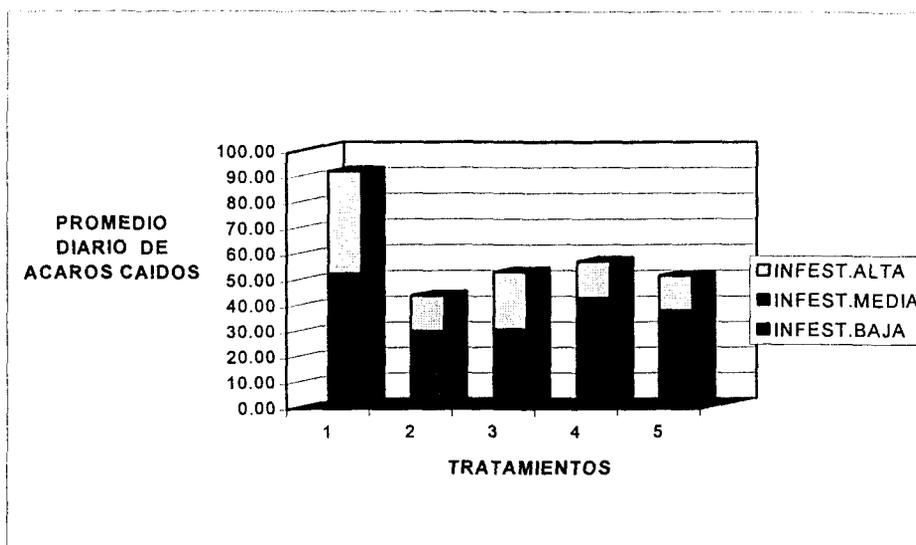


Figura 8. Efecto de los tratamientos en el control de varroa (*Varroa jacobsoni* O.) en abejas africanizadas (*Apis mellifera scutellata*), con ácido fórmico a diferentes intervalos de tiempos, durante ocho semanas.

- 6- Las colmenas del tratamiento testigo absoluto (T1), de infestación media y alta; presentaron la caída diaria promedio más alta de varroas con 50.32 y 39.63 respectivamente; en comparación con los demás tratamientos. (ver cuadro 2)

CUADRO N° 3. Costos de aplicación en los diferentes tratamientos durante las ocho semanas.

TRATAMIENTO	T1 (testigo absoluto)	T2 (testigo Relativo)	T3 (Acido fórmico 30 días)	T4 (Acido fórmico 8 días)	T5 (Acido fórmico 15 días)
MATERIALES					
BAYVAROL (tiras)	-	¢ 40.00	-	-	-
ACIDO FÓRMICO al 60%	-	-	¢ 6.10	¢ 24.40	¢ 12.20

En el cuadro anterior se observa que al usar ácido fórmico al 60% aplicado en los tratamientos T3, T4 y T5, se reduce el bajo costo en comparación al tratamiento relativo (T2= Bayvarol), considerándose una alternativa económica factible para el apicultor en el control de la varroasis.

## EVALUACION ECONOMICA

Para realizar la evaluación económica se comparó los costos de elaboración, así también los beneficios de cada uno de los tratamientos en estudio . (ver cuadro 1.)

Existió diferencia económica entre uno y otro tratamiento, lo cual se debió a las veces de aplicación durante el ensayo, ya que los tratamientos en estudio y las aplicaciones fueron cada 8 días, 15 días y 30 días.

Para obtener los costos aproximados de los tratamientos se han tomado en cuenta solo los insumos que un apicultor necesitaría comprar para aplicar ácido fórmico (no incluye vaselina, ni pliegos de cartulina).

El galón de ácido fórmico cuesta ¢ 76.00 (3.78 lts) equivalente a ¢ 60.30 el costo de los tres litros utilizados en el ensayo.

Para preparar 5 litros de Acido fórmico al 60%, se necesitan 2 litros de agua destilada.

El costo del agua destilada fue de ¢ 12.00 cada litro, equivalente a ¢ 24.00 por los 2 litros utilizados en el ensayo.

El costo del ácido fórmico al 60% fue de ¢ 12.06 cada litro, equivalente a ¢ 60.30 por los 5 litros utilizados en el ensayo.

Por lo tanto:                      ¢ 24.00              (agua destilada)

    ¢ 60.30              (ácido fórmico)

**Total =              ¢ 84.30**

Para la ejecución del ensayo se utilizó 12 dosis de 60ml de ácido fórmico al 60% para el tratamiento 5 (T5 ), es decir ácido fórmico cada quince días ( 4 quincenas por 3 colmenas/quincena)

Si      5 litros de ácido fórmico al 60% -----¢ 84.30

      1 litro de ácido fórmico al 60% -----¢ X

          X = ¢ 16.86 = ¢ 17.00 (costo de 1 lt. de ácido fórmico al 60%)

Entonces, si  $\text{¢ } 17.00 \div 12 \text{ dosis de } 60\text{ml de ácido fórmico} = \text{¢ } 1.42 = \text{¢ } 1.50$   
por cada dosis de 60 ml de ácido fórmico al 60%.

El costo del algodón absorbente fue de  $\text{¢ } 18.00/\text{bolsa de } 200 \text{ grs.}$

Por tanto  $\text{¢ } 18.00 \div 12 \text{ dosis} = \text{¢ } 1.50/\text{bolsa con ácido fórmico.}$

El costo de las bolsas plásticas de 2 libras utilizadas para depositar el algodón  
y el ácido fórmico al 60% fue de  $\text{¢ } 0.05/\text{bolsa,}$

Por tanto  $12 \text{ bolsas} \times \text{¢ } 0.05 = \text{¢ } 0.60 = \text{¢ } 1.00 \text{ en total.}$

### **COSTO TOTAL DE UNA DOSIS DE ACIDO FORMICO AL 60%**

(incluye bolsa plástica de 2 lbs. , torunda de algodón y 60 ml de ácido fórmico).

1	Dosis de ácido fórmico al 60%	=	¢ 1.50
	Torunda de algodón absorb.	=	¢ 1.50
	Bolsa plástica de 2 libras	=	<u>¢ 0.05</u>
			<b>¢ 3.05</b>

Por lo tanto, el costo de una dosis de ácido fórmico al 60% por colmena fue de  
 $\text{¢ } 3.05$ , sin embargo el costo de una dosis de Bayvarol por colmena fue de  
 $\text{¢ } 40.00$

## V. CONCLUSIONES

1. El ácido fórmico al 60%, aplicado cada quince días por períodos de ocho semanas en colmenas de abeja africanizada con diferente nivel de infestación de Varroa; es efectivo para mantener el control de la población de ácaros y en un nivel tolerable para las abejas sin afectar la producción de la colmena.
2. En niveles de infestación bajas de varroa en las colmenas de abeja africanizada, no se puede prescindir de aplicar el ácido fórmico al 60% cada quince días, aunque la población de varroas caídas se mantiene tan bajo no afecta de forma significativa la producción, siempre y cuando la población de la colmena se encuentre fuerte.
3. El costo económico por colmena al aplicar ácido fórmico al 60% cada quince días en colmenas de abeja africanizada, es más bajo por colmena (¢3.05) que al utilizar el acaricida químico (Flumetrín) Bayvarol, cuyo costo por colmena es de ¢ 40.00 en un período de ocho semanas, lo cual se vuelve sostenible económicamente.
4. La aplicación de ácido fórmico al 60%, es una alternativa orgánica en el control de la varroa.

## VI. RECOMENDACIONES

1. A los apicultores, se les recomienda aplicar ácido fórmico al 60% cada quince días, durante dos meses; una dosis de 60ml, depositados en una bolsa plástica de 2 libras conteniendo una torunda de algodón absorbente dentro de la misma, y hacer agujeros a la bolsa antes de ser colocada sobre los cabezales de los marcos de la cámara de cría en la colmena.
2. El ensayo debe realizarse con la mismas variables y parámetros, en época seca y en época lluviosa, para comprobar la influencia del clima en la reproducción de varroa.
3. Es necesario repetir el ensayo y usar concentraciones de ácido fórmico al 65, 70 y 75%.
4. Utilizar el ácido fórmico al 60% cada quince días; en lugar del Bayvarol (Flumetrín), por que aunque presenta menor nivel de efectividad que este; la ventaja es que no deja residuos tóxicos en la miel, cera, y no crea resistencia en el ácaro varroa contra el ácido fórmico y es de menor costo, según análisis económico realizado en éste trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

1. ALVAREZ BARRERA, C.A.; MENDOZA ROMERO, J.E ;  
VILLANUEVA RAMOS, D.M. 1997. Evaluación de resina y estoraque de bálsamo (*Myroxylon balsamun*) para el control de varroa (*Varroa jacobsoni*) en abejas (*Apis mellifera*).  
Tesis. Ing. Agrónomo. San Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. 9-13P.
2. BARRERA SALVADOR, H.R; FERMAN LIZAMA, C.; FRANCO MAJANO, F.M. 1992. Efecto de diferentes niveles de alimentación de estímulo y su acción en la cantidad de cría producción de miel. Tesis Ing. Agr. San Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador, 19P.
3. CONGRESO INTERNACIONAL DE ACTUALIZACION APICOLA.  
(4º. 1997, 16 -18 Mayo, Morelia,). [memoria]. Michoacán, México, 92 - 93P.
4. CONVENCION NACIONAL APICOLA DE VENEZUELA.  
(2, 1987, San Cristóbal, Venezuela). 1987. El combate de la varroasis; plagas del género Apis. Lionel Sequi Goncalves. San Cristóbal Venezuela. 12P.
5. DIAZ PANIAGUA, M.; PERDOMO BARRIENTOS, R.A. 1997.  
Información técnica biológica de varroa (*Varroa jacobsoni* O)  
Dirección General de Sanidad Animal, Unidad de Control Sanitario Apícola. San Salvador; El Salvador,

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). 10P.

6. DIRECCION GENERAL DE LA PRODUCCION AGRARIA. 1987.  
Varroasis. 2a. ed. Edit. Secretaría General Técnica. Madrid, España. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.  
5,11-56P.
7. DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL Y ANIMAL. UNIDAD CONTROL SANITARIO APÍCOLA. 1996. Investigación de campo para determinar el grado de avance de la varroasis en El Salvador causada por (*Varroa jacobsoni* O.) en abejas mellíferas. El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
8. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS PECUARIOS. 1994.  
La Varroasis: Su control. Programa Nacional de la abeja africanizada. México. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.
9. EISCHEN, F. 1995. Varroa resistance to fluvalinate. American bee journal. (USA), (1):746-748P.
10. GUZMAN, P.A. 1986. Diccionario geográfico de El Salvador. Tomo I. Ministerio de Obras Públicas; Instituto Nacional Geográfico. 150P.
11. LAGOS, J.A. 1983. Compendio de Botánica Sistemática. 2ª. Ed. San Salvador, El Salvador, Dirección de Publicaciones. 318P.
12. LUCHA ALTERNATIVA CONTRA LA VARROASIS. Julio 1995. Suiza. Instituto de Investigaciones Lechera, Sección Apícola. Boletín Técnico N° 3097. Pág. 3-4.

13. NUILA DE MEJIA, J.A.; MEJIA MEJIA, M.A. 1990. Manual de diseños experimentales, con la aplicación en la agricultura y ganadería. Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas. 56-68P
14. OIRSA. 1990. Enfermedades y plagas de la abeja mellífera occidental. San Salvador. El Salvador. 120-122P.
15. PROGRAMA REGIONAL DE APICULTURA Y MELIPONICULTURA. 1995. Aspectos Técnicos y Perspectivas para la Apicultura Regional, Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. San José, Costa Rica,
17. REYES, F.O. 1997. Cría de abejas resistentes a la Varroa. Apinet, (Mexico, D.F.) N° 3, 14P.
18. TRUJILLO, J.F. 1993. *Varroa jacobsoni* O. Apicultura moderna. (México) I(5):25-35P.
19. (<http://www.inta.gov.ar/apinet/varroa.htm>)
20. ([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame1_sp.htm))
21. ([http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame2\\_sp.htm](http://www.apicultura.com/articles/vandame/vandame2_sp.htm))

## **VIII. ANEXOS**

## METODOLOGIA PARA ESTABLECER LA EFICIENCIA DE LOS TRATAMIENTOS.

Se ha calculado la eficiencia sobre la base del T2 (Bayvarol), por ser el tratamiento testigo relativo que mantuvo mas bajo el promedio diario de ácaros caídos, y por tanto se considera el más efectivo para efectos de comparación.

**CUADRO 4. Eficiencia de los tratamientos sobre la base de promedios diarios de ácaros caídos durante ocho semanas**

TRATAMIENTO	PROMEDIO DIARIO TOTAL DE ACAROS CAIDOS DURANTE 8 SEMANAS	PROPORCION DE ACAROS CAIDOS CON RELACION AL TRATAMIENTO MAS EFECTIVO	% EFECTIVIDAD
T2 (Bayvarol)	14.5	1	100%
T5 (ácido fórmico a 15 días)	17.0	1.17	85.5%
T3 (ácido fórmico a 30 días)	17.55	1.21	82.6%
T4 (ácido fórmico a 8 días)	18.88	1.30	76.9%
T1 (Test. Absol.)	30.58	2.10	47.6%

\* Para calcular la proporción de ácaros caídos con relación al tratamiento más efectivo:

$$\frac{\text{Promedio de cada tratamiento}}{\text{Promedio de tratamiento más efectivo (T}_2\text{)}}$$

Ejemplo:  $14.5/14.5 = 1$

$17.0/14.5 = 1.17$

$17.55/14.5 = 1.21$  y así...

En este caso 1 equivale a decir un 100% (la unidad); 1.17 es 0.17 más ácaros que la unidad. -

Para calcular el % de efectividad:

$$\frac{1}{\text{(Proporción de ácaros caídos con relación al tratamiento más efectivo)}} \times 100$$

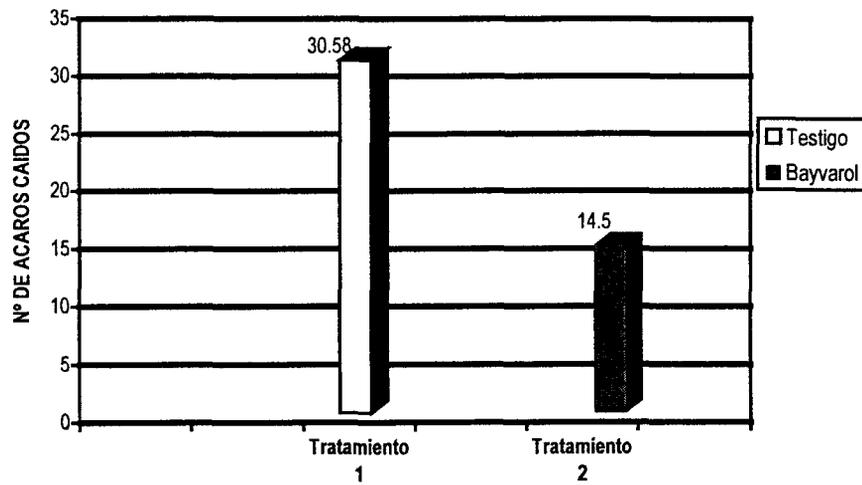


FIGURA.7 Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con Bayvarol ( testigo relativo)

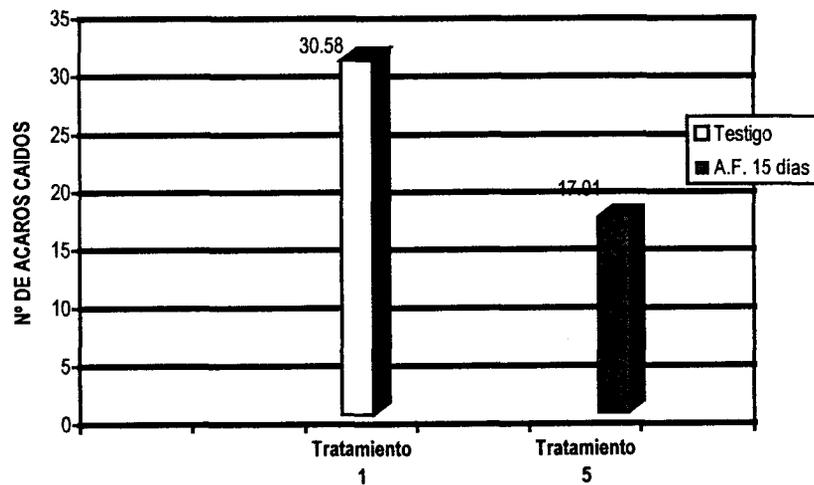


FIGURA 8. Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con ácido fórmico al 60% cada treinta días.

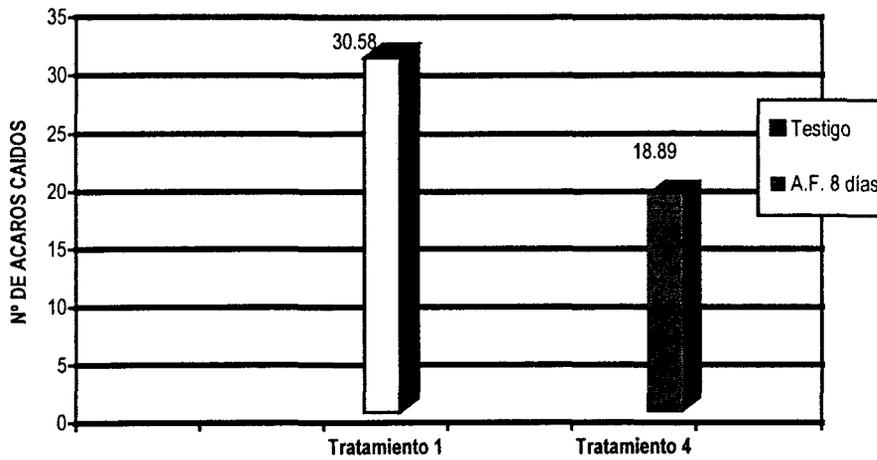


FIGURA 9. Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con ácido fórmico al 60% cada ocho días.

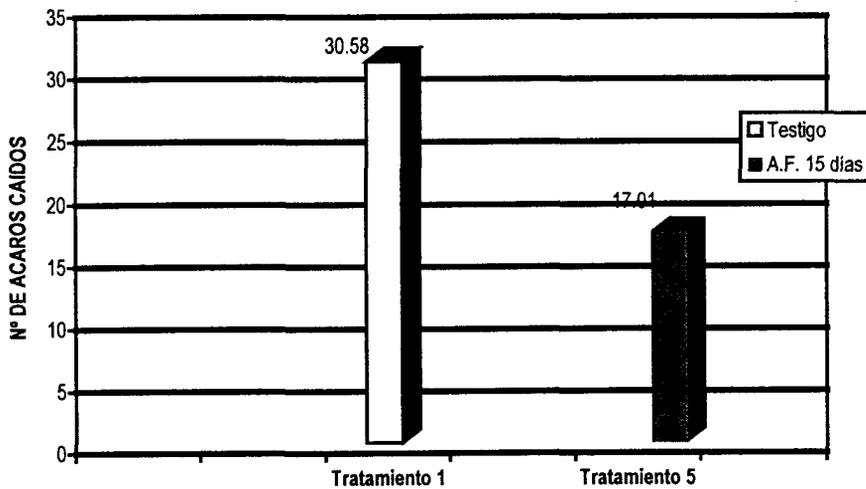


FIGURA 10. Relación entre tratamientos en el control de la varroa en abejas africanizadas con ácido fórmico al 60% cada quince días.

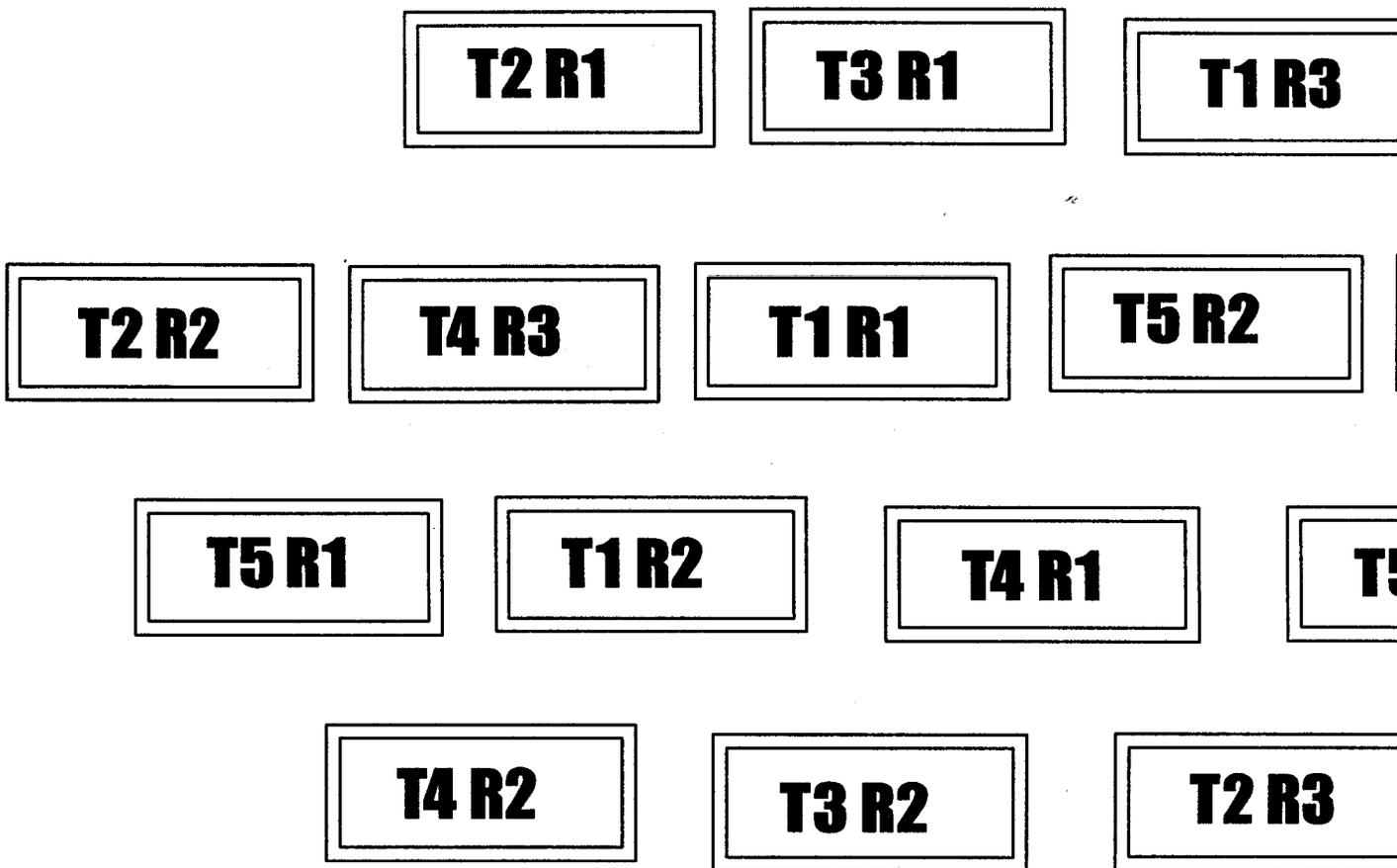
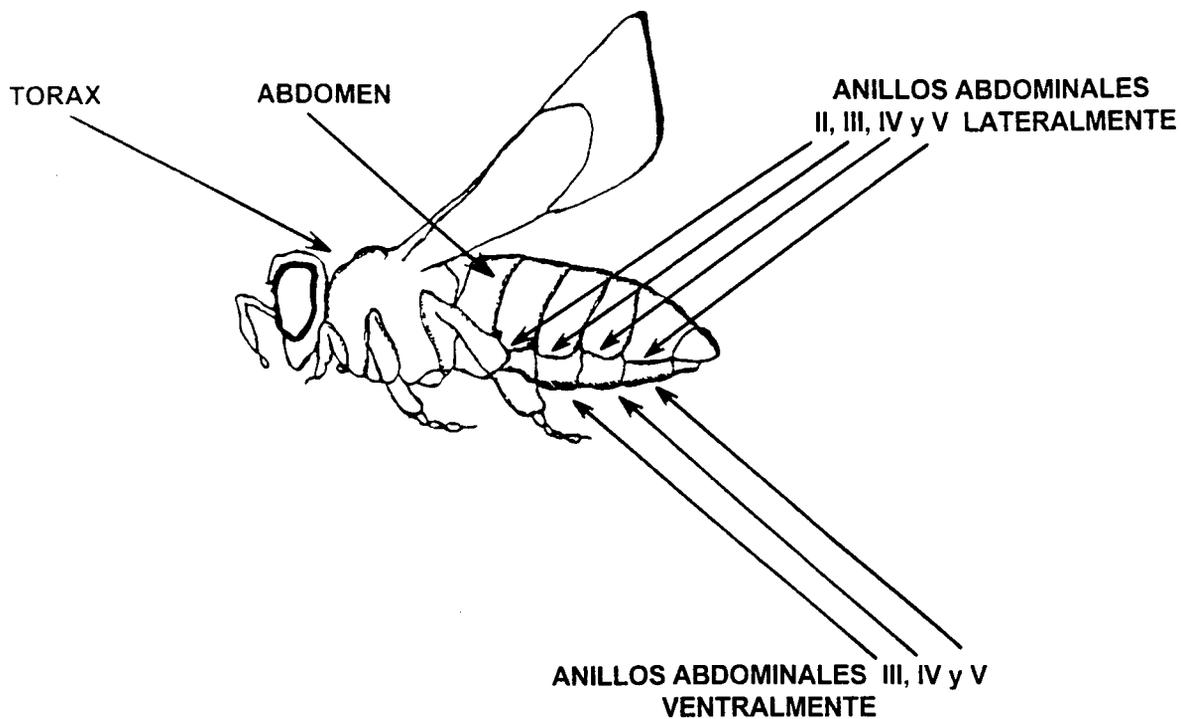
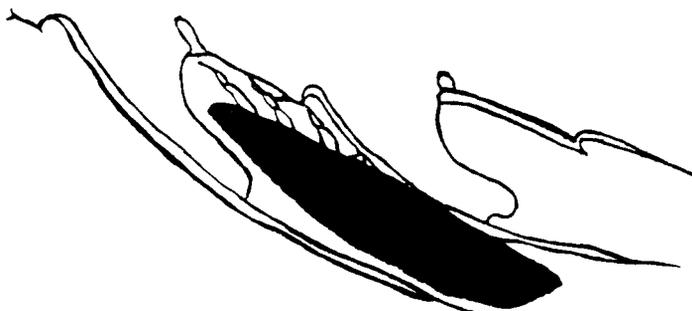


FIGURA 11. Plano de distribución de los tratamientos.



**Ubicación del ácaro varroa en el cuerpo de una abeja adulta.**



**Ubicación del ácaro varroa entre los anillos abdominales.**

**Figura 12. LOCALIZACION DE LA VARROA EN EL CUERPO DE LA ABEJA**

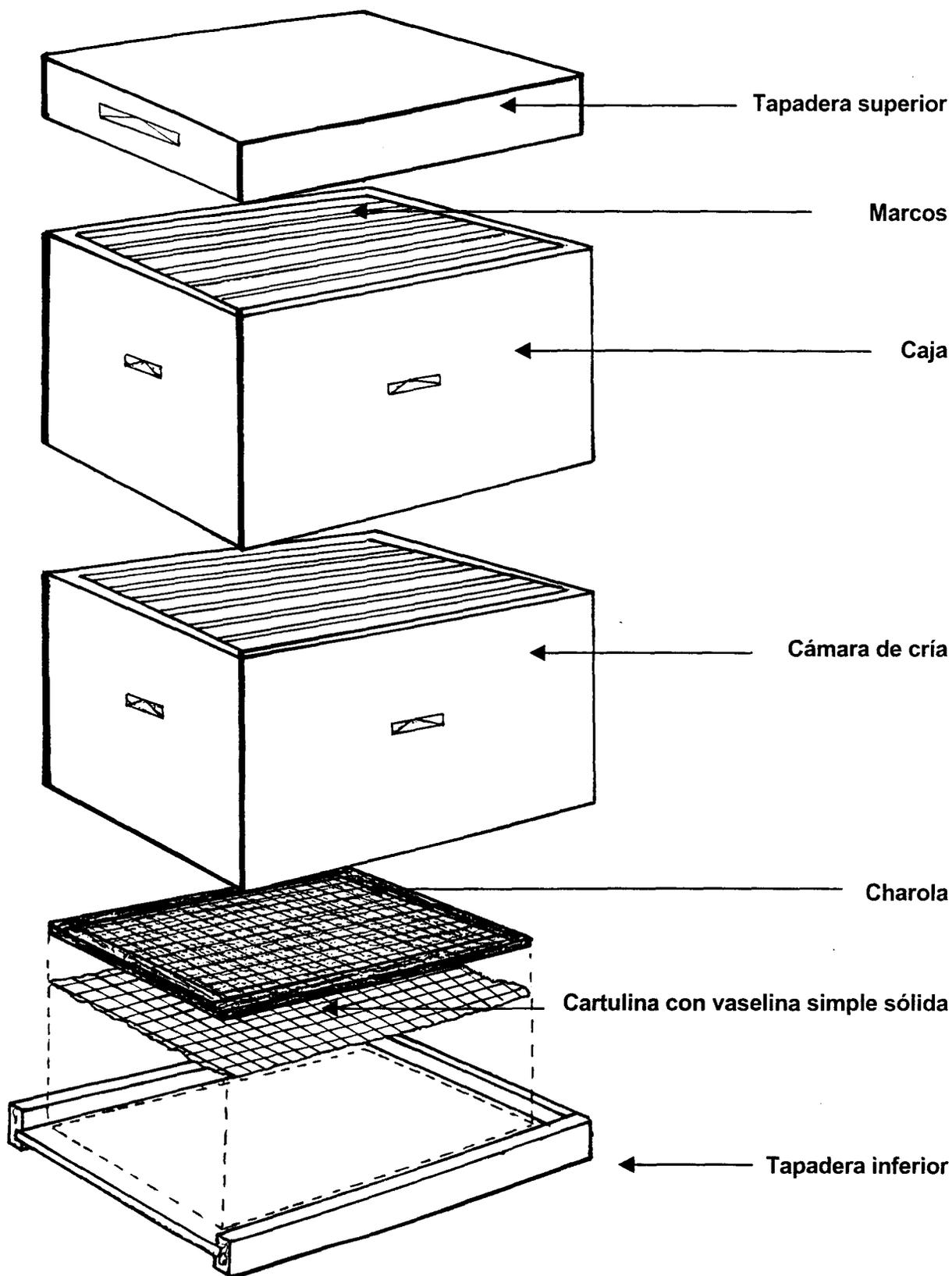


Figura 13. UBICACIÓN DE LA CHAROLA DENTRO DE LA COLMENA