



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

ESCUELA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA

**“EVALUACIÓN DE TRES ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE
VARROASIS *Varroa destructor* EN TRES APIARIOS DE LA PROVINCIA DE
CHIMBORAZO”**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del título de:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR

JUAN LIZANDRO MOYÓN MOYÓN

Riobamba-Ecuador

2013

Esta Tesis fue aprobada por el siguiente Tribunal

Dr. Nelson Antonio Duchi Duchi. Ph.D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. M.Sc. Byron Leoncio Díaz Monroy.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. M.Sc. Hermenegildo Díaz Berrones.
ASESOR DE TESIS

Riobamba, 28 de Febrero del 2013

AGRADECIMIENTO

Al cumplir una de las etapas más importantes de mi vida académica expreso mis sinceros agradecimientos en primer lugar a Dios, ya que él me ha iluminado el camino de la sabiduría para alcanzar, con esfuerzo y dedicación este título, en la muy noble Escuela Superior Politécnica del Chimborazo y en su nombre a la Facultad de Ciencias Pecuarias y Escuela de Ingeniería zotécnica, quienes con sus docentes supieron guiarme con sus conocimientos para sembrar en mí la responsabilidad y compromiso de servir a la comunidad.

Al Ingeniero Byron Díaz, Ingeniero Hermenegildo Díaz, tutor y asesor de la investigación por la orientación y asesoría investigativa, conduciéndome de esta manera hasta el logro de mí meta, adquiriendo de esta forma la capacidad suficiente para enfrentar con soluciones los problemas existentes en nuestro país y el mundo.

A la empresa Apicare S.A por contribuir a la investigación apícola facilitándome las instalaciones para la realización de la investigación.

Expreso mi más profundo agradecimiento a todas las personas que dirigen la ESPOCH, con el objetivo fundamental de servir y formar científicamente a la juventud estudiosa.

J.L.M.M.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar a este momento tan importante de mi vida profesional.

A mi madre, María Moyón, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional. Jacinto Moyón, mi padre, consejero de la responsabilidad y honestidad, a todos mis hermanos quienes con amor y comprensión me apoyaron en mis éxitos y fracasos, para ellos este triunfo.

J.L.M.M.

CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	viii
Lista de Anexos	ix
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. VARROASIS	3
1. <u>Origen y distribución</u>	3
2. <u>Etiología</u>	4
3. <u>Epizootiología</u>	4
4. <u>Ciclo biológico</u>	4
a. Entrada de las Varroa madres en la cría	5
b. Postura de la Varroa madre	5
c. Salida y diseminación de Varroa	6
d. Nivel de la población	8
5. <u>Cuadro Clínico</u>	8
6. <u>Daños económicos y ambientales</u>	9
7. <u>Diagnóstico</u>	10
a. Diagnóstico en la cría	10
b. Método cartulina	10
c. Método de charola	11
d. Diagnóstico en las abejas adultas (Prueba de David De Jong)	11
e. Días de tratamiento	12
f. Caída natural de la varroa	13
B. PRODUCTOS EN ESTUDIO	13
1. <u>Ácido fórmico</u>	13
a. Modo de acción de ácido fórmico	13
b. Evolución de las formas de aplicación	14
c. Diferentes métodos de aplicación	15

(1). Tratamientos de corta duración	15
(2). Tratamientos de larga duración	15
(2.1). Gomaespumas	16
(2.2). Aplicadores por evaporación	16
(2.3). Matrices de gel	16
d. Concentración de Acido fórmico	16
e. Investigaciones en el control de Varroa a base de Ácido Fórmico	17
2. <u>Ácido Oxálico</u>	18
a. Formas de aplicación	19
b. Modo de acción del ácido oxálico sobre las Varroas	19
c. Residuos del ácido Oxálico en la miel	19
d. Preparación y dosis de ácido oxálico	20
e. Forma y frecuencia de aplicación	20
f. Investigaciones en el control de Varroa a base de Ácido oxálico	21
3. <u>Timol</u>	22
a. Usos del timol	22
b. Dosis, formas y frecuencia de aplicación	23
(1). Aplicación de timol sobre oasis	24
(2). Aplicación de timol en polvo	25
c. Modo de acción	25
d. Residuos de timol en la miel	25
e. Efectos secundarios	26
f. Investigaciones en el control de Varroa con timol	26
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	30
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	30
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	30
C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES	31
1. <u>Materiales</u>	31
2. <u>Equipos.</u>	31
3. <u>Instalaciones</u>	31
D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	32
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	33
1. <u>Pre-tratamiento</u>	33

2. <u>Pos-tratamiento</u>	33
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.	33
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	34
1. <u>Diagnóstico de infestación de Varroasis en los tres apiários</u>	34
a. Diagnostico	34
b. Preparación de colmena	35
c. Transporte de colmenas	35
d. Revisión de las colmenas pre- aplicación tratamiento	35
2. <u>Evaluación de los tratamientos</u>	35
a. Preparación de materiales para toma de datos.	35
b. Toma de datos iniciales.	36
c. Preparación de tratamientos.	36
d. Aplicación tratamientos	37
e. Toma de datos	37
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	37
1. <u>Varroa muertas/dm²/día</u>	37
2. <u>Porcentaje de infestación de Varroa</u>	38
3. <u>Eficacia del tratamiento</u>	38
4. <u>Peso de colmena</u>	39
5. <u>Ritmo de postura de la reina</u>	39
6. <u>Población de abejas</u>	40
7. <u>Mortalidad de abeja adulta y cría</u>	41
8. <u>Costos de tecnología</u>	41
IV. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
A. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRES ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE VARROASIS (<i>Varroa destructor</i>).	42
1. <u>Número de Varroas caídas/dm²/día pre y pos- aplicación tratamiento</u>	42
2. <u>Porcentaje de infestación varroas pre y pos-aplicación tratamiento</u>	47
3. <u>% de infestación de varroa durante la aplicación de tratamientos.</u>	49
4. <u>Eficacia de los tratamientos</u>	51
5. <u>Peso de colmenas pre y pos - aplicación de los tratamientos</u>	57
6. <u>Ritmo de postura de la reina pre y pos-aplicación tratamiento</u>	61
7. <u>Población de abejas pre y pos-aplicación de los tratamientos.</u>	64
8. <u>Mortalidad de abeja adulta</u>	64

9. <u>Mortalidad de cría</u>	67
B. EVALUACIÓN DE COSTOS DE TECNOLOGÍA DE TRES ALTERNATIVAS DE PARA EL CONTROL DE VARROASIS (<i>Varroa destructor</i>).	69
V. <u>CONCLUSIONES</u>	74
VI. <u>RECOMENDACIONES</u>	75
VII. <u>LITERATURA CITADA</u>	76
ANEXOS	

RESUMEN

En “Asactus”, Localizada en la parroquia Matriz, Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo, se sometió a evaluación cuatro tratamientos experimentales T0: (testigo), T1: Ácido Fórmico (al 85% con tratamiento larga duración), T2: Ácido Oxálico (al 10% en jarabe de azúcar con tratamiento corta duración), T3: Timol (al 99% diluido en aceite de oliva con tratamiento corta duración), sobre abejas *Apis mellífera*, utilizando un Diseño Completamente al Azar, durante 30 días de aplicación de los tratamientos sobre las colmenas tipo Langstroth conformada por una alza y ½ alza para todas las colmenas en la investigación, lo cual fue desarrollado durante 120 días de experimentación. Al finalizar el experimento se determinó que las colmenas tratadas con Ácido fórmico obtuvo el mejor promedio de eficacia en el control de varroasis con un 95,1%, sin afectar negativamente a la población de abejas, como resultado del modo de acción del producto selectivo sobre las varroas en la fase reproductiva y forética, como por su largo periodo de acción, al evaluar los costos de tecnología se determinó que el costo por colmena tratada fue menor con el Ácido Fórmico con 8,2 USD. Por lo que se recomienda utilizar este producto en el control de *Varroa destructor*, ya que presento resultados satisfactorios en los parámetros poblacionales de las abejas y económicos, se recomienda difundir los resultados obtenidos en el presente estudio, que permita beneficiar al sector apícola de la región sierra centro del Ecuador, para el control de este acaro y mejorar los parámetros productivos de las abejas.

ABSTRACT

In “Asactus” located in Chambo county in Chimborazo Province, submitted to evaluation four experimental treatments T= Control, T1:Formic Acid (to 85% with treatment of long duration (life)), T2: Oxalic acid (to 10% in sugar syrup with treatment of short duration (life)), T3: Timol (to 99% diluted in olive oil with treatment of short duration (life)), on *bees Apis mellifera*, using a design completely at random; for 30 days of application of the treatments on the beehives type Langstroth shaped by a rise of ½ lifts for all the beehives in investigations, this was developed for 120 experimental days. On having finished the experimental, one determined that the beehives treated with formic acid it obtained a better efficacy yield in the varroas control with 95,1% without affecting negatively the bees populations like result of the way of action of action of the selective product on varroas in the reproductive phase, as for its long actions period. In addition to assessing the costs of technology it was found that the cost per hive treated was lower with the formic acid with 8,2 USD. It is recommended to use this product in the control of *varroa destructor* since it introduced satisfactory results in the population parameters of the bees, in additions to disseminate the results obtained in the present study to benefit the beekeeping sector of the sierra region center Ecuador, for the control of varroa mite and improve productive parameters of beets.

LISTA DE CUADROS

No.		Pág.
1.	SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE ESTUDIO.	30
2.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO.	30
3.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	32
4.	ESQUEMA DEL ADEVA.	34
5.	CALCULO DEL RITMO DIARIO DE LAS POSTURAS. REINA (APIS MELLIFERA).	40
6.	CALCULO DE POBLACIÓN DE ABEJAS.	40
7.	ESTUDIO DE INCIDENCIA DE VARROA DESTRUCTOR (<i>Varroa jacobsoni oud</i>) Y VARIABLES POBLACIONALES DE ABEJAS.	43
8.	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRES ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE VARROA DESTRUCTOR (<i>Varroa jacobsoni oud</i>).	45
9.	EVALUACIÓN DE COSTOS DE TECNOLOGÍA DE TRES ALTERNATIVAS DE PARA EL CONTROL DE VARROA DESTRUCTOR (<i>Varroa jacobsoni oud</i>).	72

LISTA DE GRÁFICOS

No.	Pág.
1. Sincronización del ciclo de desarrollo de Varroa con el ciclo de desarrollo de la abeja.	7
2. Varroas caídas/ dm ² /día pre- aplicación de los tratamientos.	44
3. Varroas caídas / dm ² /día pos- aplicación de los tratamientos.	46
4. Porcentaje de incidencia de Varroas en abejas adultas pre-aplicación de los tratamientos.	48
5. Porcentaje de incidencia de Varroas en abejas adultas pos-aplicación de los tratamientos.	50
6. Porcentaje de incidencia de Varroas en abejas adultas durante las diferentes aplicaciones de los tratamientos.	52
7. Eficacia de los tratamientos.	53
8. Peso colmenas pre - aplicación de los tratamientos.	58
9. Peso colmenas pos - aplicación de los tratamientos.	59
10. Ritmo de postura de la reina mediante el número de panales de cría operculada pre-aplicación de los tratamientos.	62
11. Ritmo de postura de la reina mediante el número de panales de cría operculada pos-aplicación de los tratamientos.	63
12. Población de abeja adulta calculado mediante el número de panales de cría operculada pre-aplicación de los tratamientos.	65
13. Población de abeja adulta calculado mediante el número de panales de cría operculada pos-aplicación de los tratamientos.	66
14. Mortalidad de abeja adulta durante las aplicaciones de los tratamientos.	68
15. Mortalidad de cría durante las aplicaciones de los tratamientos.	70
16. Costos de tecnología / colmena tratada.	73

LISTA DE ANEXOS

No.

1. Análisis de varianza de incidencia de Varroa destructor (*Varroa jacobsoni oud*) y variables poblacionales de abejas pre-aplicación de los tratamientos.
2. Análisis de varianza de eficiencia de tres alternativas para el control de Varroa destructor (*Varroa jacobsoni oud*) pos-aplicación de los tratamientos.
3. Porcentaje de incidencia de Varroa destructor en los tres apíarios de la provincia de Chimborazo.
4. Número de varroas caídas/día/colmenas y % de infestación pre-aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio.
5. Número de varroas caídas/dm²/día/colmenas pre-aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio.
6. Número de varroas caídas/día/colmenas y % de infestación pos-aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio.
7. Número de varroas caídas/dm²/día/colmenas pos-aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio.
8. Porcentaje de incidencia intermedia a los 15 días aplicados los tratamientos en las colmenas de estudio.
9. Peso de partes de la colmena.
10. Peso total de las colmenas pre y pos aplicación de los tratamientos.
11. Ritmo de postura de la reina pre y pos aplicación de los tratamientos.
12. Población de abejas pre y pos aplicación de los tratamientos.
13. Mortalidad de abejas adultas/día durante las aplicaciones de los tratamientos.
14. Mortalidad de crías/día durante las aplicaciones de los tratamientos.
15. Costos de tecnología de los tratamientos.

I. INTRODUCCIÓN

La apicultura en el siglo XXI se encuentra atravesando por una problemática a nivel mundial y el Ecuador no se encuentra ajeno al problema más grave de la patología apícola actual es la ectoparasitosis causada por el ácaro *Varroa destructor* afectando a la abeja melífera en todos sus estadios de desarrollo (cría y adultos), debido a que este acaro actúa de factor predisponente para que se desarrollen otras infecciones secundarias: virosis ascoferiosis y loques, debido a que este parásito perfora y succiona la hemolinfa (sangre de los insectos) de la cría y abejas adultas debilitándolas y propagando enfermedades patógenas y virus, colonias de abejas infestadas que al no ser tratadas mueren o se produce un abandono de la colmena y del apiario, dejando consecuencias principal el descenso en la polinización en el medio natural agrícola, como también la disminución de la producción de miel, polen y otros sub productos de la colmena.

El desarrollo de la apicultura en el Ecuador se ha visto afectado por la poca o nula importancia y visión productiva que se ha dado a esta clase de insecto por la falta de investigación en patología apícola, dando como resultado el bajo desarrollo del sector apícola del país,

La utilización de productos orgánicos en el control de varroasis como el ácido fórmico, ácido oxálico y timol en diferentes lugares han dado buenos resultados debido a la época de aplicación de los tratamientos como en países de cuatro estaciones, concentración, dosis y frecuencia de aplicación, modo de acción de los productos como la selectividad del productos sobre las varroas, parámetros que al ser considerados en la investigación dieron resultados satisfactorios especialmente con la utilización de la ácido fórmico debido a su modo de acción sobre las abejas sin afectar negativamente a la población de las abejas, además por el bajo costo por colmena tratada el cual se relaciona directamente al bajo costo del producto y la frecuencia de aplicación del tratamiento relacionándose directamente a la utilización de mano de obra como al transporte utilizado

para la revisión de las colmenas, parámetros que fueron evaluados a través de los siguientes objetivos:

- Realizar el diagnóstico para determinar la presencia e incidencia de *Varroa destructor* en tres apiarios de la provincia de Chimborazo.
- Aplicar e evaluar la eficacia de tres tratamientos en colmenas infestadas con *Varroa destructor* (T1: Ácido fórmico, T2: Ácido Oxálico, T3: Timol)
- Realizar un estudio de costos de las tres alternativa tecnológicas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

A. VARROASIS

1. Origen y distribución

Orantes, J. (1996), indica que hasta la década de los sesenta, la varroa únicamente afectaba a la abeja asiática (*Apis cerana*). Ambas especies han evolucionado juntas (coevolución) y las abejas han desarrollado comportamientos dirigidos a que el ácaro no alcance altas poblaciones dentro de la colonia y comprometa por tanto su supervivencia. Así, por ejemplo, la varroa parásita principalmente las celdillas de los zánganos y las obreras han aprendido a destruir a los ácaros extrayéndolos de sí mismas y de sus compañeras infestadas.

Orantes, J. (1996), indica que la introducción de la abeja melífera europea (*Apis mellifera*) en Asia por parte de los apicultores rusos con el fin de reemplazar a *Apis cerana*, menos productiva, rompió las barreras naturales que separaban a ambas especies. La desastrosa consecuencia fue un intercambio de sus ácaros parásitos más típicos.

Orantes, J. (1996), indica que de esta forma *Apis cerana* se vio afectada a partir del año 1956 por el ácaro endoparásito (parásito interno) *Acarapis woodi*, típico de la abeja europea, y que ha provocado altas mortalidades en las colonias asiáticas, sobre todo en Pakistán y la India entre los años 1975 y 1985.

Orantes, J. (1996), indica que de igual forma, la abeja melífera quedó parasitada por *Varroa jacobsoni*, ácaro que en pocas décadas ha colonizado la práctica totalidad del globo terrestre, con la salvedad de Irlanda, Nueva Zelanda, Australia y algunas otras islas. A diferencia de las abeja asiática, en la abeja europea el ácaro puede reproducirse tanto en las celdillas de las obreras como en las del zángano y, además, la abeja europea es ineficaz a la hora de eliminar al parásito. Debido a esto, la varroa puede alcanzar altos grados de parasitación en las colonias, afectándolas seriamente.

<http://www.apinetla.com.ar/ar/sanidad/varroa.htm>. (2011), indica que 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.

2. Etiología

<http://www.den.ufla.br/siteantigo/Professores/Alcides/Disciplinas/patologia%20apicola.pdf>, (2011), dice que la varroa es un parásito artrópodo, de la clase de los arácnidos y del orden de los ácaros (garrapatas). La hembra mide 1.6 mm de ancho por 1 mm de largo, por lo que es visible a simple vista (del tamaño de la cabeza de un alfiler). Su cuerpo está recubierto por una fuerte membrana de quitina de color castaño rojizo (marrón). El parásito es bastante plano en sentido dorso-ventral y tiene una forma ovalada, posee 4 pares de patas; las 2 anteriores tienen funciones táctiles y olfativas, mientras que el resto de ellas sirve para la locomoción del ácaro. El macho es más pequeño y de color blanquecino. La hembra puede vivir sin alimento fuera de su huésped hasta 9 días y hasta 30 dentro de cría operculada en un panal a temperatura ambiente. En condiciones normales viven en promedio de 90 a 100 días.

3. Epizootiología

<http://es.wikipedia.org/wiki/Varroa>. (2011), dice que la fuente de infestación está dada por la abeja adulta, especialmente. La abeja adulta pecoreadora con un parásito que por deriva entra a otra colmena y bien zánganos que en busca de reinas vírgenes inspeccionan todas las colmenas, produciéndose el contagio por contacto en este caso. El parásito en estado forético sobre su huésped vive dos a tres meses en verano, y de cuatro a seis meses en invierno.

4. Ciclo biológico

Vandame, R. (2000), manifiesta que la Varroa afecta tanto a la cría como a las abejas adultas. 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).

Vandame, R. (2000), manifiesta que el individuo-clave del ciclo de desarrollo de Varroa es la hembra adulta, de ahora en adelante denominada "Varroa madre". Su vida alterna entre la fase reproductora y la fase forética.

a. Entrada de las Varroa madres en la cría

Vandame, R. (2000), manifiesta que la transferencia de la fase forética a la reproductiva no está totalmente conocidos pero probablemente se deba a la atractivita química de ácidos grasos (como el palmitato de metilo o el palmitato de metilo), emitidos naturalmente por las larvas de abejas con fin de provocar la operculación de las celdas por las abejas, además que otros grupos de moléculas intervengan en la atractividad de la cría. Y factores mecánicos ciertamente tienen una importancia en la atractividad. 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, R. (2000), manifiesta que las Varroa madres 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.

b. Postura de la Varroa madre

Vandame, R. (2000), manifiesta que uno de los mecanismos usados por la varroa madre para la postura y posterior descendencia su especie está íntimamente relacionado con la acumulación fecal que produce la varroa cuando la abeja entra en un estadio preninfal inmóvil, ya que durante la metamorfosis los movimientos de la abeja tienden a alejar la Varroa madre de la AF, pero ella siempre logra regresar, lo que le permite no alejarse de la zona posterior de la celda, donde tiene que estar para poner sus huevos.

Vandame, R. (2000), manifiesta que después de haberse alimentado sobre la abeja, la Varroa madre pone por primera vez, 70 horas después de la operculación. La Varroa madre queda inmóvil durante un minuto, tocando la pared con su primer par de patas. Cuando su primer huevo emerge por el orificio genital, 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 madre pondrá 6 huevos de esta manera, con un intervalo medio de 30 horas.

Vandame, R. (2000), manifiesta 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 a la edad adulta en una celda de hembra, contra 2.2 en una celda de macho.

Vandame, R. (2000), manifiesta que cuando la celda es infestada con una sola Varroa madre, el apareamiento sólo puede ocurrir entre el macho y las 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.

Vandame, R. (2000), manifiesta que 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.

c. Salida y diseminación de Varroa

Vandame, R. (2000), manifiesta que al momento en que emerge la abeja, Las varroa 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.

Vandame, R. (2000), manifiesta Las hembras Varroa tienen una preferencia muy neta para las abejas nodrizas, ya que se encuentran cerca de la cría (abeja), 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.

Vandame, R. (2000), manifiesta los ciclos reproductivos 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 madres realizan un primer ciclo reproductivo, 21% un segundo ciclo, y 14% un tercer ciclo como se observa en el gráfico 1.

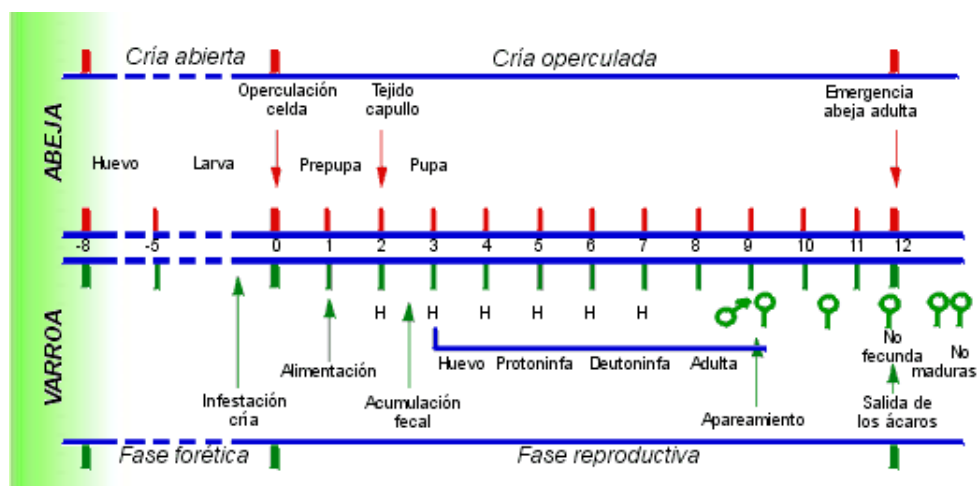


Figura. 1 Sincronización del ciclo de desarrollo de Varroa con el ciclo de desarrollo de la abeja.

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.

d. Nivel de la población

Vandame, R. (2000), manifiesta que el nivel de infestación de la varroa está íntimamente relacionado a la puesta de la reina, debido a que este acaro realiza su fase de reproducción en cría operculada de abeja, de tal manera en climas templados su desarrollo es más rápido que en condiciones de clima nórdico en donde la reina bloque su postura hasta por seis meses al año y provoca una reducción de 50% de la población de la varroa.

Vandame, R. (2000), manifiesta que muerte de la colonia de abejas no está relacionado íntimamente al número de varroas en la colmena sino porque la Varroa es patógeno por las enfermedades virales y bacterianas que activa o trasmite entre colmenas. Ya que los últimos reportan que en el sur de Europa las colmenas de abejas se muera antes que la población de Varroa sea de 6.000 u 8.000 individuos frente a Alemania y Gran Bretaña y donde la población de varroas por colmena es de 20. 000 y 4. 2000 respectivamente, pero el ataque viral en estas zonas son menores en relación al sur de Europa.

5. Cuadro Clínico

<http://www.den.ufla.br/siteantigo/Professores/Alcides/Disciplinas/patologia%20apicola.pdf>. (2011), dice que la parasitosis comienza sin signos visibles de enfermedad, por lo que el apicultor no se percata de su presencia. Para cuando se manifiesta, es porque el caso ya empieza a ser grave; entre los principales signos que podemos observar están los siguientes:

<http://www.den.ufla.br/siteantigo/Professores/Alcides/Disciplinas/patologia%20apicola.pdf>. (2011), manifiesta que la colonia se debilita, las abejas se muestran “nerviosas” (inquietas), se observa la presencia de uno o varios ácaros en el cuerpo de algunas abejas (esto no es fácil de detectar ya que los parásitos se esconden casi totalmente entre los segmentos abdominales), hay mortandad en la cría, algunas abejas emergen con malformaciones en las alas, patas abdomen y

tórax; otras abejas carecen de alas o no las pueden extender. Generalmente las abejas malformadas son sacadas de la colmena y se observan arrastrándose en la piquera. Es notoria la reducción en el tamaño del cuerpo de estas abejas. Las obreras parasitadas, se observan frotando sus patas en las zonas de su cuerpo donde están los parásitos para deshacerse de ellos, o bien en muchas ocasiones restriegan su cuerpo en las paredes de una celdilla metiendo la cabeza y tórax en ésta. Si se abre una celdilla (especialmente las de zánganos que son las más afectadas), podrán observarse ácaros en distintas etapas de desarrollo. Es notorio también que la cantidad de zánganos decrece.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Varroa>. (2011), dice que las larvas parasitadas mueren e ingresan en un proceso de putrefacción desprendiendo olor. Las abejas limpiadoras retiran estas larvas muertas royendo los opérculos para limpiar las celdas. Esta remoción es rápida por ello el opérculo roído no tiene la forma uniforme que presenta cuando la larva ha nacido. Se puede interpretar que arrancan parte de ellos quedando un borde aserrado.

6. Daños económicos y ambientales

Orantes, J. (1996), dice que la principal consecuencia que la varroa ha dejado en España es una enorme reducción o la pérdida de las colonias salvajes, así como la inviabilidad a corto plazo de los enjambres que salen de los colmenares y nos son recogidos por un apicultor. Por lo tanto, cualquier altibajo que incida negativamente en el sector apícola y que tenga como consecuencia el abandono de colmenas, provocará la muerte de las abejas y el consiguiente descenso en la densidad de estos polinizadores de primer orden en el medio natural y agrícola.

Orantes, J. (1996), dice que todo esto no solo tiene como consecuencia la pérdida de un importante suplemento económico para muchas familias rurales, sino que sus efectos se han de hacer evidentes a corto o medio plazo tanto en la agricultura como en el medio natural. Recordemos que la miel, el polen y otros productos de la colmena no son más que un subproducto del principal beneficio que reportan las abejas: la polinización.

Orantes, J. (1996), dice que no hace falta dar ejemplos, pero podemos encontrar un hecho contundente en Andalucía, allá por 1987. Aunque se esperaba una buena cosecha de girasol, no la hubo y eso a pesar de las favorables condiciones climatológicas de aquel año. La causa fue la ausencia de colmenas en los cultivos, debido a las altas pérdidas de abejas que acusó la varroasis en los primeros años de su presencia en nuestro país.

7. Diagnóstico

Debido a los daños que ocasiona la Varroa y que a la fecha no es posible su erradicación, es importante que el apicultor mantenga sus colmenas con pequeñas cantidades de ácaros (infestaciones bajas) que afecten al mínimo su producción. Para evaluar el grado de infestación de Varroasis en las colmenas, se puede efectuar cualquiera de las siguientes pruebas: (Vandame, R. 2000).

a. Diagnóstico en la cría

Vandame, R. (2000), dice que se debe tomar un panal de cría, del cual se abren 100 celdas de cría, para sacar con cuidado las larvas. Contar el número de larvas infestada con una Varroa. Si la tasa de infestación es inferior a 10% (10 Varroa por 100 larvas), la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si la tasa es superior a 10%, la colonia requiere un tratamiento.

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

b. Método cartulina

Vandame, R. (2000), dice que se debe colocar una cartulina o lámina de aluminio grasosa por la piquera de la colonia durante 24 horas, sacarla, contar el número de Varroa pegadas a la lámina. Si cayeron menos de 10 Varroa en 24 horas, la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si cayeron más de 10 Varroa en 24

horas, la colonia requiere un tratamiento. Este método es el más fácil de todos, por lo cual es el más recomendable.

c. Método de charola

Para este método se requiere el uso de Charolas formadas con triplay o fribracel de 3 mm de grosor de 33 x 45 cm, con un marco de 2 cm de espesor por uno de alto, abierto en uno de sus lados cortos; la cara superior de la charola (la misma que tiene el marco), se cubre con una malla criba cuadriculada (8 cuadros por pulgada lineal), de tal forma que se forma un espacio entre la malla y el triplay, en el cual se introducirá una hoja de papel, cartoncillo o cartulina blanca impregnada de grasa vegetal y/o aceite automotriz. En el piso de la colmena, se coloca la charola con el papel engrasado, evitando obstruir por completo la piquera, se deja por espacio de siete días. Transcurrido este tiempo se retira, con sumo cuidado se extrae la cartulina y se revisa para detectar la presencia de ácaros. Con esta técnica no se obtiene un porcentaje de infestación, sino una estimación de la población de Varroas en la colmena, a través del conteo de los ácaros que mueren diariamente en forma natural, por tal motivo es importante que para este fin no se use acaricidas. Para obtener este resultado, se hace la lectura de las Varroas en la cartulina y se aplica la fórmula siguiente:

$$\text{Varroas muertas por día} = \frac{\text{No. de Varroas encontradas}}{\text{Días de exposición de la charola}}$$

Con el resultado obtenido, se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- de 5 Varroas por día = infestación baja
- 6 - 10 Varroas por día = infestación media
- + de 10 Varroas por día = infestación alta

d. Diagnóstico en las abejas adultas (Prueba de David De Jong)

Moreno, A. s.f., dice que esta técnica es muy sencilla y económica; para ello, se prepara un recipiente para "colar" abejas el cual se elabora con una botella de

plástico, a la que se corta el fondo y se le coloca una malla criba (con cuadros de 4 mm por lado) en el extremo de la boca. Se tapa la botella, se invierte de su posición normal y se llena hasta su parte media con agua jabonosa. Del centro de la colmena, se toma una muestra de 200 abejas (empleando el colador) y se agita durante 3 a 5 minutos. Se destapa y se vierte el líquido sobre un paño blanco colocado sobre un recipiente de boca ancha. Las abejas permanecerán en la botella detenidas por la malla criba, el líquido entrará al recipiente de boca ancha y los ácaros quedarán sobre el paño blanco donde podrán ser identificados fácilmente. La fórmula para evaluar el porcentaje de infestación es la siguiente:

$$\% \text{ De infestación } = \frac{\text{No. de Acaros colectados}}{\text{No. de Abejas en la muestra}} \times 100$$

Las observaciones en campo han indicado que lo recomendable es mantener infestaciones lo más cercano posible a cero, considerándose que cuando se alcancen porcentajes superiores al 10% será necesario un tratamiento de tipo químico a la brevedad posible.

Es conveniente que para cualquiera de los tres métodos de diagnóstico se seleccione al azar una de cada 5 colmenas para obtener un promedio por apiario.

e. Días de tratamiento

Vandame, R. (2000), manifiesta que los días de tratamiento está ligado a los días que la Varroa madre pasa operculada de tal manera no será afectada por ningún producto aplicado en la colonia.

Vandame, R. (2000), recomienda las siguientes frecuencias de tratamiento:

- Aplico solo una vez. El tratamiento solo actúa durante 4 días, y cuando sale la Varroa, ya no hace efecto. La Varroa sigue viva.
- Aplico dos veces. El tratamiento solo actúa 8 días, tampoco afecta a la Varroa considerada.

- Aplico tres veces. El tratamiento actúa 12 días, y esta vez sí, cuando sale la Varroa de la celda, se encuentra con el tratamiento, y se muere. Esto demuestra que el tratamiento debe tardar al menos 12 días.
- Aplico tres veces, pero por mala suerte, fue una hora después de que Varroa entro en la celda. Cuando sale, casi está terminando el tercer tratamiento, por lo que no afecta a la Varroa considerada.
- Aplico cuatro veces, y ahora definitivamente sí, afecto y mato a esta Varroa. De esta forma, todas las Varroa de la colmena están en contacto con el producto en algún momento. Aquí demostramos que lo mejor es que un tratamiento tenga una duración mínima de eficacia de 16 días.

f. Caída natural de la varroa

Según Webster, T. et al. (2000), citado por Silva, A. (2006), manifiesta que el 44% de ácaros vivos caen naturalmente dentro de las colmenas.

B. PRODUCTOS EN ESTUDIO

1. Ácido fórmico

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que el ácido fórmico es un compuesto orgánico presente en la naturaleza. Puede ser encontrado en diversos organismos y también como un componente natural de la propia miel de abejas.

a. Modo de acción de ácido fórmico

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que en el interior de las colmenas, el ácido actúa por evaporación alcanzando tanto a los ácaros que se encuentran sobre la abeja adulta como a los que están en fase reproductiva dentro de las celdas de cría. Los ácaros afectados por ácido fórmico, a través de su sistema respiratorio, muestran una inhibición de la respiración y aparecen fuertemente acidificados, aunque no muestran necrosis de sus tejidos ni efectos corrosivos.

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que la mayor inhibición de la respiración en los ácaros, en comparación con las abejas, puede deberse a su menor capacidad metabólica y de regulación, hecho que podría explicar el efecto selectivo del ácido sobre los primeros y no así sobre las abejas. Sin embargo, cuando las concentraciones dentro de la colmena aumentan, es posible que se produzca una inhibición respiratoria en las larvas de abejas de menor edad, es decir las de pequeño tamaño e intenso metabolismo. Así, los primeros efectos laterales de los tratamientos en campo con ácido fórmico se expresan como un paro de la postura de la reina y la muerte de la cría, en particular esta última.

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que en general, la toxicidad del fórmico está dada por tres variables principales: la concentración, la temperatura y el tiempo de exposición de los ácaros con los vapores del ácido.

b. Evolución de las formas de aplicación

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que el ácido fórmico comienza a utilizarse en la década de los setenta para control de diversas plagas vegetales y pocos años más tarde se evalúa sobre *Varroa destructor*. Los primeros países en aplicarlo para el control de ácaros en abejas, fueron aquellos ubicados en Europa central. Investigaciones en *Varroa* y ácido fórmico se llevaron adelante en Alemania a comienzos de la década de los ochenta y un poco más tarde en otros países de Europa, (Ritter y Ruttner, 1980; Wachendorfer y col. 1985). durante esa época se utilizaron, diferentes sustratos, en los cuales se incorporaba ácido fórmico líquido en variadas concentraciones y dosis. Dentro de éstos, los más utilizados se basaron en distintos tipos de cartón embebidos con el ácido en solución acuosa, además sustratos esponjosos o recipientes diseñados a tal fin con mechas expuestas para la evaporación (Fries 1989; Kramer, 1993; Mutinelli y col. 1994 y 1996).

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que de más reciente aparición son las formulaciones en base a matrices de gel, las cuales entrapan las moléculas, regulan la liberación del ácido y mantienen sus vapores durante un mayor período de tiempo en el interior de las colmenas.

c. Diferentes métodos de aplicación

Dr. Eguaras, M. (2003), reporta que los tratamientos administrados a base de este ácido pueden agruparse de acuerdo a dos métodos de aplicación, conocidos como tratamientos de corta y larga duración.

(1). Tratamientos de corta duración

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que son los tratamientos a corto término, pequeñas cantidades de ácido fórmico se evaporan en forma relativamente descontrolada dentro de las 6 o 10 horas. Dando lugar a un incremento rápido de concentración de ácido fórmico en el interior del aire de la colmena y pocas horas más tarde se ha evaporado por completo.

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que en general, este tipo de tratamiento involucra una dosis baja que debe repetirse entre 3 y 5 veces. Los tratamientos más comunes son la aplicación de 50-60 ml de ácido fórmico al 60%-65% repetidos 3, 4 o 5 veces en intervalos de 3 o 4 días. En general, el ácido se coloca en un recipiente del que evapora directamente o sobre un paño esponjoso cuya superficie queda expuesta

Dr. Eguaras, M. (2011), reporta que los aplicadores plásticos de corto término no regula la liberación provocando mortalidad de abejas

(2). Tratamientos de larga duración

Dr. Eguaras, M. (2003), cita en este tipo de tratamiento, la concentración del ácido fórmico se mantiene durante varios días dentro de la colmena, de acuerdo al grado de infestación inicial, puede ser necesario uno o dos tratamientos de larga duración. En general, con un solo tratamiento la eficacia alcanzada es inferior al 80%, mientras que con dos tratamientos sucesivos la eficacia puede incrementarse hasta cerca de un 95%.

(2.1). Gomaespumas

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que consiste una pequeña plancha de goma espuma de 20 cm de largo por 10 cm de ancho por 1 cm de espesor. Estas planchas se recubrieron con polietileno, al que se le realizan en su superficie superior, dos orificios de 2,5 cm de diámetro. De esta forma, se creó una cámara de evaporación que permitió la lenta liberación del producto.

(2.2). Aplicadores por evaporación

Dr. Eguaras, M. (2003), cita que Burmeister y Nassenheider son dos tipos de aplicadores en los cuales el ácido evapora desde una superficie de cartón expuesta. En virtud de ello, es relativamente fácil, regular la evaporación. En este tipo de aplicadores la concentración del ácido se mantiene estable y no cambia durante el período de tratamiento, como sí puede darse en otros tipos de aplicadores para tratamientos de larga duración.

(2.3). Matrices de gel

Dr. Eguaras, M. et, al. (2003), manifiesta que son gelificantes pertenecieron al grupo de las pectinas y carboxipolimetilenos.

d. Concentración de Acido fórmico

Vandame, R. (2000), recomienda utilizar las siguientes concentraciones al 50% se debe utilizar cuando existan temperaturas superiores a los 30 grados centígrados, es decir cuando haga mucho calor. Al 60% debe utilizarse cuando las temperaturas fluctúen o sean entre los 25 y 30 grados centígrados, esto es en épocas con temperatura media. Al 70% debe utilizarse cuando la temperatura sea por abajo de los 25 grados centígrados esto es cuando la temperatura en época de tratamiento sea baja o haga frío.

e. Investigaciones en el control de Varroa a base de Ácido Fórmico

Dr. Eguaras, M. (2003), cita sólo dos ejemplos, de los trabajos de Arculeo y col. (1993) quienes obtuvieron una eficacia de 93% para colonias tratadas con 60 ml de ácido fórmico al 60% en 5 repeticiones cada 4 días y Fries (1989) con eficacias de 96% en colmenas con cría y temperaturas que oscilaban entre 14 y 18° C, las cuales corresponden a un tratamiento de corta duración.

Dr. Eguaras, M. (2003), cita que en tratamiento de larga duración en gomaespuma la dosis utilizada fue de 240 ml, o su correspondiente peso en gramos, colocando 120 ml de ácido fórmico en solución acuosa al 85% por aplicador. Las aplicaciones se repitieron en un intervalo de 15 días con dos nuevos aplicadores. En esta experiencia se lograron valores de eficacia superiores a 90% con rangos de variabilidad de 76,7% a 99%.

Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que en general una concentración de fórmico al 85%, es considerada límite, más aún si se la coloca sobre los cabezales de los cuadros de la cámara de cría. Si la colmena no tiene muy buena ventilación puede presentar riesgos para la colonia.

Dr. Eguaras, M. et, al. (2003), manifiesta que para la evaluación de ácido fórmico al 72% una única dosis con 240 g de ácido fórmico en gel (8 g de gel y 232 g de ácido fórmico). Utilizando dos aplicadores de 120 g. Un aplicador se posicionó sobre los cabezales y el otro en el piso de cada colmena. Luego de 15 días el ácido fórmico fue removido. Obteniendo eficacia de $94.48 \pm 0,04\%$

Mientras que para la evaluación de ácido fórmico al 72% que recibieron dos dosis de 240 g de ácido fórmico en gel colocadas siempre sobre los cabezales de la cámara de cría. El período entre ambas dosis fue de 15 días, tiempo en el cual el ácido se había evaporado por completo. Obteniendo eficacia de $97,49\% \pm 0,03\%$ (Dr. Eguaras, M. et, al. 2011).

Según SAGPyA. (2012), justifica realizar una segunda aplicación de ácido fórmico (dos aplicadores con 120ml al 85% a cada uno) ya que con un segundo

tratamiento con ácido fórmico, alcanza valores cercanos al 93 % de eficacia, mientras que en una única aplicación los valores se acercan al 81 %.

Gonzales, D. et al. (2005), reportan que para su investigación seleccionaron colmenas que estuvieran naturalmente infestadas con un promedio inicial de 4.35 %, los cuales fueron sometidos a un tratamiento de ácido fórmico al 58 % en dosis de 10ml por cada marco poblado de la colonia, se realizó 3 aplicaciones cada 10 días, logrando una eficacia del 78.21% \pm 5.94 considerando la mortalidad natural de la Varroa, mientras que para el tratamiento con fluvalinato se obtuvo una eficacia del 95.60% \pm 3,21 considerando la mortalidad natural de la Varroa.

Espinosa, L. y Guzmán, E. (2007), reportan que obtuvieron eficacias de 66.4 % para colonias tratadas con ácido fórmico al 65 % con dosis de 80ml en dos bolsas de polietileno con mechas de liberación. Las aplicaciones se repitieron 4 veces con intervalo de 4 días, en condiciones ambientales de T° 18°C – 29 °C y con humedad relativa de 46 % - 55%.

Espinosa, L. y Guzmán, E. (2007), reportan que el costo del tratamiento , incluyendo el precio del producto y los gastos de mano de obra y transportación, fue para el ácido fórmico al 65% (70.81 pesos, 6.48 dólares), cabe indicar que el ácido fórmico se aplicó en cuatro ocasiones y requirió de cuatro viajes al apiario.

2. Ácido Oxálico

El ácido oxálico es un compuesto químico orgánico, se encuentra presente en la naturaleza en frutas, en algunas plantas y hasta la miel contiene pequeñas cantidades de este ácido. Es decir que al utilizarlo contra Varroa y por ser degradable, no contamina la miel (Vandame, R. 2000).

a. Formas de aplicación

Esta sustancia puede ser administrada a la colonia asperjando (método obsoleto por su complicada manipulación), por goteo y por sublimación. Todas las técnicas son altamente efectivas (90-95% o más) en colonias sin cría y, por lo tanto, cumplen con los requisitos de un tratamiento de invierno. (Nanetti, A. 2007).

b. Modo de acción del ácido oxálico sobre las Varroas

Según Barbero, R. et al. (1997), citado por Silva, A. (2006), afirma que éste no se conoce y también se ignora si puede causar efectos de resistencias en varroas; mientras que Nanetti et al. (1999), citado por Arculeo, P. (2000), plantea que el ácido parece actuar por contacto y que la presencia de azúcar en la solución reviste un papel importante como soporte, favoreciendo la acción del principio activo.

Según Charriere, J. y Imdorf, A. (2001), citado por Silva, A. (2006), quienes encontraron que las abejas no ingieren la solución, es más, el azúcar mejoraría la adherencia del producto, incrementando la efectividad de éste.

Residuos en ceras. Según Imdorf, A. et al. (1998), citado por Brodsgaard, C. et al. 1999, el ácido oxálico es insoluble en grasas. Es así como la posibilidad de encontrar ácido oxálico en la cera es prácticamente nula (Barbero, R. et al. 1997. Citado por Silva, L, 2006).

c. Residuos del ácido Oxálico en la miel

En experiencia realizadas por Brodsgaard, C. et al. (1999), ocho días después de un tratamiento, la concentración de ácido oxálico en la miel aumento en las colmenas tratadas, pero sólo el tratamiento en "spray" fue significativo (62.84 ± 15.88 ppm; KruskalWallis, $p < 0.05$). Más tarde a inicio de verano la miel cosechada contenía una concentración de 37.73 ± 5.55 ppm para el tratamiento de aspersión, 41.56 ± 8.54 ppm con el tratamiento de goteo, y el control con una

concentración de 57.70 ± 7.95 ppm; siendo esta diferencia no significativa (KruskalWallis, $p > 0.05$).

d. Preparación y dosis de ácido oxálico

Según Vandame, R. (2000), es muy simple la elaboración del ácido oxálico para el control de Varroa. Se tiene que elaborar un jarabe como el que se utiliza para alimentar las colonias en épocas cuando no hay floración, es decir se mezclara el agua, el azúcar y el ácido oxálico. Par hacer esta mezcla se pondrá 1 kilo de azúcar más 1 litro de agua más 100 gramos de ácido oxálico.

Según Nanetti, A. (2007), para el goteo la preparación y dosis debe estar de acuerdo a las instrucciones correctas (solución de ácido oxálico, azúcar y agua desmineralizada en una proporción de peso 1:10:10;

e. Forma y frecuencia de aplicación

Según Nanetti, A. (2007), se debe administrar con una jeringa en cantidades de 5 mL por colmena con abejas; una sola aplicación) y, por lo tanto, se ajusta a las necesidades de la industria apícola de gran escala. En este caso, es mucho más problemático el método por sublimación que, aunque generalmente no tiene problemas con la tolerancia, es mucho menos efectivo en tiempo y trabajo.

Según Vandame, R. (2000), para aplicar el tratamiento, se abre la colonia, y se rocía el jarabe de ácido directamente sobre las abejas, entre los bastidores de la cámara de cría. Para la cantidad de jarabe a administrar, se toma en cuenta la fortaleza de la colonia: por cada espacio entre bastidor y bastidor donde las abejas se encuentren, se aplican 5 mililitros del jarabe. Así por ejemplo si tenemos una colonia débil de 4 bastidores de abejas se aplicarán 20 mililitros, si tenemos una colonia de 8 bastidores con abejas se aplicarán 40 mililitros, y para una colonia muy fuerte, se aplicarán 50 mililitros.

Según Vandame, R. (2000), la frecuencia del tratamiento consiste en 4 aplicaciones con intervalo de 4 días, por colonia.

f. Investigaciones en el control de Varroa a base de Ácido oxálico

Silva, A. (2006), reporta que para su investigación se seleccionaron abejas adultas infestadas naturalmente al 5 %, las cuales fueron sometidas a tres tratamientos con cuatro aplicaciones cada 5 días, con concentraciones diferentes del producto en estudio (5 %, 10% y 20 %), mismos que fueron diluidos un jarabe azucarado al 50% p/v, obteniendo eficacias del 96.2, 97.9 y 96.4%, para los tratamientos al 5, 10 y 20% de concentración, respectivamente.

Silva, A. (2006), reporta que las tres concentraciones del ácido 5, 10 y 20%, provocan una notable disminución de la población de abejas dentro de la colmena.

Barbero, R. et, al. (1997), citado por Silva, A. (2006), reporta que en la primera aplicación de 10% ácido oxálico en jarabe azucarado 1:1, obtuvo una eficacia del 70% mientras que para la segunda aplicación de ácido oxálico encontró una eficacia del 95%.

Según Higes, M. y Llorete, J. (1997), citados por Silva, A. (2006), un tratamiento acaricida para que sea realmente eficaz debe por lo menos matar al 95% de los ácaros presentes en la colmena.

Según Charriere, J, y Imdorf, A (2002), citado por Silva, A. (2006), encontraron eficacias mayores al 95% al aplicar concentraciones del ácido de 3, 3.7 y 4.5%, cabe destacar que estos autores encontraron que la adición del ácido en solución azucarada tiene una mejor efectividad sobre el control de varroa y además, el producto es mejor tolerado por las abejas. Es así como la aplicación de una solución azucarada en concentración 1:1 (azúcar/agua) con un 4.5% de ácido oxálico, es mejor tolerado por las abejas y tiene mayor efectividad que la misma concentración del ácido.

Según Mariani, F, et al. (2002), citado por Silva, A. (2006), reporta eficacias sobre el 81% aplicando soluciones azucaradas al 33%p/v con un 7% de ácido oxálico, tres veces a intervalos de 7 días.

Según Arculeo, P. (2000), citado por Silva, A. (2006), señala eficacias de 94.1% sin cría de abejas y 82.8% con cría, para la aplicación del ácido al 10% en solución azucarada 1:1, y 87% sin cría, para concentraciones del ácido al 7% en jarabe 1:1.

Flores, J, et al. (1997), citado por Silva, A. (2006), reporta que al aplicar este ácido oxálico en concentraciones de 3.4, 3.7 y 2.9%, en presencia de cría, encontraron eficacias promedios de 52.28, 40.66 y 39.16%, respectivamente.

Marcangeli, J, et al. (2003), reporta que al utilizar el producto Oxavar® (principio activo ácido Oxálico) disuelto en agua destilada (323 gr en 5000 ml), aplicándose 5 ml de solución por cuadro cubierto por abejas en tres dosis a intervalos de siete días, colocada sobre los cabezales de los cuadros de cría mediante un dosificador automático regulable, se logró eficacia del tratamiento acaricida empleado resultó elevada y sin grandes diferencias entre las colmenas, siendo su valor promedio para la primavera de $85,5\% \pm 2,8$ (rango = 82,8 – 90,0) y $86,1\% \pm 2,6$ para el otoño (rango = 83,4 – 91,2).

3. Timol

Carmona, M, et al. (1999), cita el timol, 5-metil-2-(1-metiletil) fenol, sustancia de origen natural que se encuentra presente en gran número de plantas, sobre todo en especies de la familia de las labiadas: romero, albahaca, melisa, menta, salvia, tomillo, ajedrea, orégano (Phytochemical Database). En el caso del tomillo, el timol puede llegar a suponer el 50% del contenido de su aceite esencial.

a. Usos del timol

Carmona, M, et al. (2002), cita que el uso del timol como biocida, ha demostrado su eficacia no sólo para combatir la varroasis en las abejas. Posee capacidad insecticida (Karpouhtsis y col., 1998) y antialimentaria frente a *Spodoptera litura* (Hummelbrunner y Isman, 2001), una plaga de considerable importancia en el sudeste español. Presenta actividad frente a hongos de gran interés agrícola como son: *Fusarium moniliforme*, *Rhizoctonia solani*, *Sclerotinia sclerotiorum*,

Phytophthora capsici y *Aspergillus flavus* (Montes-Belmont y Carvajal, 1998; Mullerriebau y col., 1995); o contra hongos que causan problemas en frutos una vez cosechados (Chu y col., 1999; Tsao y Zhou, 2000). Incluso frente a algunos nemátodos, posee una actividad nematocida comparable al compuesto de síntesis oxamilo (Tsao y Yu, 2000).

Carmona, M, et, al. (2002), cita el timol ha sido usado en medicina humana para el tratamiento tópico de problemas dermatológicos, para realizar inhalaciones en problemas respiratorios y para el cuidado de los dientes (Thymol summary reporta 1996). Se ha demostrado “in vitro” que inhibe la oxidación de las proteínas humanas LDL, responsables del transporte del colesterol por el torrente sanguíneo y que de forma conjunta con éste es lo que se conoce vulgarmente como “colesterol bueno” (Teissedre y Waterhouse, 2000).

b. Dosis, formas y frecuencia de aplicación

En colmenas Layens han comprobado que funciona mejor la aplicación del timol (4 g de cristal puro 99%) en un soporte de tiras de cartón corrugado (25 x 4 x 0,4 cm) impregnado de vaselina filante (11 g). Para prepararlo se calienta ligeramente la vaselina, se disuelve el timol y se impregnan las tiras de cartón (que se habrán cortado cuidando que el corte deje las ondulaciones en posición horizontal para que se sujete la vaselina). La dosis máxima de aplicación sería de 2 tiras por colmena (con 8 cuadros de cría, en primavera) y una segunda aplicación con 10-12 días de intervalo; sin embargo, advirtió, en condiciones diferentes o en colmenas más débiles es conveniente rebajar estas dosis. Las tiras se colocan, explicó, entre los cuadros extremos de cría, una próxima la piquera y la otra más retrasada (y con una disposición en aspa respecto a ésta en la segunda aplicación).

En cualquier caso, dijo, conseguir una buena eficacia en las colmenas pasa por que las reinas sean jóvenes (máximo dos años) y las colmenas estén fuertes, ya que de esta forma las colonias reaccionan con potencia ante un tratamiento; que la temperatura exterior esté entre 15-30° C y que el grado de parasitación no haya

llegado a ser muy alto (no llegar a una parasitación del 20% o una caída natural mayor de 30 Varroas al día). (Ruiz, J. 2012)

En colmenas verticales, la mejor aplicación sigue siendo, dijo, mediante esponjas de floristería (las que se usan para flor húmeda), de forma que se disuelven 8 g de timol cristal puro, en 12 g de aceite de oliva (13,5 ml) en una esponja de 9 x 5 x 0,8 cm. La esponja se coloca horizontalmente en la disolución de aceite y timol hasta quedar empapada del todo. En este caso, la dosis máxima es de 1 esponja por colmena (para 8 cuadros de abejas y primavera), que se parte en dos trozos y se colocan sobre los cabezales de los cuadros en igual posición que la indicada en las colmenas Layens). También en este caso se debe hacer una segunda aplicación con 10-12 días de intervalo, y rebajar las dosis en determinadas circunstancias. (Ruiz, J. 2012).

El ponente apuntó que los primeros resultados de los ensayos que se han realizado en colmenares productivos dan eficacias muy bajas; después de tres tratamientos con vaporizador y otros tantos con cordón impregnado en la mezcla de vaselina, cera y miel de acuerdo a las indicaciones que normalmente se dan del método, no se ha sobrepasado un 40-50% de eficacia en las colmenas ensayadas. (Ruiz, J. 2012).

(1). Aplicación de timol sobre oasis

Oasis, se conoce la espuma (generalmente de color verde) que se utiliza para mantener flores sobre esponja húmeda. Se tiene que cortar el oasis en cuadritos de 6 cm x 4 cm x 0.5 cm. Estos cuadritos servirán para ser impregnados del timol y serán colocados en las colonias. Por otro lado, se disuelven 4 gramos de timol con 4 mililitros de alcohol. Puede ser necesario mezclar un buen tiempo para lograr la completa disolución de los cristales de timol. Luego se impregna cada cuadro de oasis con 8 mililitros de la solución preparada. Se colocan 2 cuadros de oasis con timol por colonia, en la cámara de cría, sobre los cabezales de bastidores. Lo ideal es poner el tratamiento a dos esquinas de la cámara, a los extremos uno del otro (Vandame, R. 2000).

El tratamiento completo consiste en solo 2 aplicaciones con intervalo de 8 días por colonia. Sin embargo, para mejor eficacia todavía, recomendamos aplicar 3 veces el producto; dado su bajo costo, consideramos muy factible esta opción. (Vandame, R. 2000).

(2). Aplicación de timol en polvo

El más sencillo de todos y consiste únicamente en pesar o medir con la cuchara 4 gramos de timol en polvo y esto vaciarlo en una tapa, se colocan 2 tapas de plástico con 4 gramos de timol por colonia, en la cámara de cría, sobre los cabezales de bastidores. Lo ideal es poner el tratamiento a dos esquinas de la cámara, a los extremos uno del otro, se puede aplicar 2 o 3 veces. (Vandame, R, 2000).

c. Modo de acción

Carmona, M, et, al. (2002), cita que ha quedado de manifiesto en varios trabajos (Lindberg y col., 2000; Chiesa, 1991) que resulta necesario el contacto físico de la abeja con el timol en cualquiera de las formas que éste se presente, puesto que sólo por evaporación no resulta suficientemente efectivo. Para que cumpla su función acaricida debe entrar en contacto con las abejas y mantener una concentración lo más homogénea posible dentro de la colmena.

d. Residuos de timol en la miel

Carmona, M, et, al. (2002), cita en apariencia, el único problema que puede aparecer por el uso masivo de timol para el control de *Varroa jacobsoni*, puede ser que le confiera sabor a la miel (Bogdanov y col., 1998). Si bien esto podría ser un problema desde el punto de vista organoléptico, difícilmente supondría una preocupación desde el punto de vista de la seguridad alimentaria. En el año 1992 el timol fue evaluado por el Comité de Expertos en sustancias saborizantes del Consejo de Europa, y desde entonces se permite su adición a los alimentos hasta un nivel de 50 mg/kg y de 10 mg/kg a las bebidas (Thymol summary report (1996)). El timol está presente en aceites esenciales de cítricos (0,03-0,1%) que se usan

ampliamente en la industria de las bebidas refrescantes. Además posee una actividad antioxidante comparable a la de BHA (2,6-Bis-(1,1-dimetiletil)-4-metilfenol), y BHT ((1,1-dimetiletil)-4-metoxifenol), antioxidantes de síntesis que se emplean en alimentación y cuyo uso cada vez es más discutido (Dorman y col., 2000).

Carmona, M, et, al. (2002), cita el hecho de que el timol sea un componente natural de la dieta y que se use de forma generalizada como aditivo alimentario, además de que sea rápidamente metabolizado y eliminado cuando es ingerido, hace que los posibles residuos que puedan quedar de un tratamiento veterinario con esta sustancia no sean considerados tóxicos para el hombre, y no tiene establecido un MRL (límite máximo de residuos) para su presencia en productos derivados de producciones ganaderas (Thymol summary report, 1996).

En cuanto a las precauciones necesarias a tener en cuenta, señaló que los residuos de timol no son tóxicos, pero pueden devaluar la calidad de las mieles (niveles de 1,1 ppm se pueden detectar organolépticamente, sobre todo en mieles suaves. (Ruiz, J. 2012).

e. Efectos secundarios

Está el desplazamiento y abandono de la cría, un estímulo excesivo del comportamiento higiénico (sacan mucha cría y hay una disminución de la población), una salida masiva de abejas (que se quedan fuera de la colmena), una agresividad mayor a la normal y, en circunstancias extremas, casos de deriva y pillaje. (Ruiz, J. 2012).

f. Investigaciones en el control de Varroa con timol

Llorete, J, et, al. (1996), reporta que en su investigación, mediante la aplicación de 10g de timol pulverizado y homogenizado sobre papel aluminio abierto y colocado sobre la parte superior de los cuadros, con cuatro aplicaciones con intervalo de 7 días, obtuvo eficacia del 99.2%. En el control de la Varroa en *Apis mellífera*. Cabe destacar que las colmenas estaban infestadas

naturalmente sin recibir tratamiento alguno durante 12 meses , además en el momento del ensayo no había presencia de cría.

Carmona, M, et, al. (2002), reporta que en su investigación se utilizó 10 g disuelto en aceite de oliva, para la disolución del timol se tomo en cuenta la solubilidad recogida en el Merk Index, 1g de timol se disuelve en 1,7 ml de aceite de oliva a 25° C, para lo cual se calentó 85 ml de aceite hasta 70° C y se les añadieron 50 g de timol cristal, pureza 99,9% obtenido una solubilidad del timol por completo a los 52°C, solución que fue colocada en esponjillas de floristería en forma de pastilla de 9 cm de diámetro por 2.5 cm de alto, las pastillas fueron introducidas en placa petri de poliestireno una vez sobre la placa se añadió encima la cantidad de aceite con timol correspondiente y se precintaron las placas para facilitar su transporte al colmenar y evitar la evaporación del timol, mientras que para la dosis de 15 g se preparo de la misma manera a lo anterior (disolviendo 75 g de timol en 127,5 ml de aceite de oliva), concluyendo que la presencia de timol en las cantidades necesarias (10 y 15 g de timol disuelto en aceite de oliva) produce un control adecuado de esta parasitosis y no interfiere en la ovoposición de la reina cuando la temperatura exterior se encuentra entre 10 y 25 °C, Carmona, M et al. (2002) sostienen que las colonias más fuertes son capaces de disgregarse y por lo tanto repartir más eficientemente por toda la colonia las formulaciones absorbidas sobre algún soporte físico.

May, J. et, al. (2004), reporta que para el control de la varroa se realizo mediante la aplicación de dos charolas conteniendo un gel de timol al 25%, donde una charola se aplicó al inicio del estudio y una segunda charola se aplicó 15 días después (simple dosis); y aplicación de cuatro charolas conteniendo un gel de timol al 25%, donde dos charolas se aplicaron al inicio del estudio y otras dos charolas se aplicaron 15 días después (doble dosis), obteniendo resultados favorables para simple dosis ya que se logro una eficacia del 97-94% en la eliminación de los ácaros presentes en las abejas adultas y la cría, lo que disminuye el costo total del tratamiento comparado con la aplicación de dos charolas el mismo día (4 charolas en total).

Vicario, M, y Medina, M. (1999), citado por May, J. et, al. (2004), reportan que cuando aplicaron el timol en polvo (eficacia del 90%) en colonias de abejas africanizadas. Bulacio, N, et, al. (2010), reportan experimento comprendido entre marzo-junio de 2006 y entre febrero-mayo de 2008 utilizando la formulación comercial Naturalvar® según marbete. La misma consistió en 32,12 g de timol aplicado cada 15 días en dos dosis de 16,06 g repartidas en dos tabletas de vermiculita embebidas cada una en 8,03 g de timol colocadas sobre los cabezales de los marcos de las cámaras de cría, logrando la eficacia promedio del timol del 81% (rango 61% y 96%) en el año 2006 y del 82% (rango 56,3% y 96,3%) en el 2008. La mortalidad natural diaria promedio del parásito fue de 0,5 % (rangos 0,2% y 0,8%) en el 2006 y de 0,6 % (rangos 0,1% y 1,2%) en el año 2008.

Flores, J. et, al. (2000), citado por Bulacio, N, et, al. (2010), en Italia, al comparar dos tratamientos a base de timol, siendo uno un producto comercial, Apilife Var (i.a. timol, mentol, eucaliptol y alcanfor) con un poder acaricida de 81,2% y TAV diseñado por el centro andaluz de apicultura ecológica con un 85,8%. De la misma manera, resultados semejantes fueron obtenidos por De Felipe y Vandame (1999)⁶, en México con un 81,7% y 82,8% respectivamente.

Eguaras, M. et al. (2004), evaluaron el efecto varroocida del timol en las proximidades de la ciudad de Ayacucho, Pcia de Buenos Aires, registrando durante dicha evaluación temperaturas promedio de 18°C con máximas de 30°C. El timol contenido en soportes de perlita expandida y vermiculita se administró de dos formas; una aplicación única de 25 g y otra de dos aplicaciones de 12,5 g cada una, separadas por 12 días. Obtuvieron eficacias del 94% y 91% respectivamente sin verse afectadas las abejas adultas y la cría. Eficacias semejantes fueron conseguidas por Marinelli, E. *et al.* (2001), en tres productos comerciales Apilife Var en sustrato poroso (95,5%), Apiguard en una matriz de gel (94,3%) y Thymovar (90%), evaluados bajo el clima mediterráneo de Roma. Recientemente, Schmidt, V. *et al.* (2008), evaluaron dos productos aprobados en Chile, Bayvarol® (i.a. fl umetrina) y Apilife Var, este último fue el que mayor poder acaricida mostró (90%). Comparados con las dosis utilizadas en este ensayo, las eficacias obtenidas por estos investigadores resultaron muy altas considerando que las cantidades de principio activo que aquí se utilizaron fueron mayores

(32,12 g). A pesar de ello, podría ser posible aumentar la eficacia acaricida si se aplica el producto en colonias sin cría operculada, puesto que *Varroa* queda protegida debajo del opérculo durante una etapa de su ciclo vital (citados por Bulacio, N. et, al. 2010)

Marinelli, E. et, al. (2001), citados por Bulacio, N. et, al. (2010), aseguraron que las condiciones de temperatura que se deben dar para obtener una liberación óptima del producto están entre 15 y 35 °C, ya que con temperaturas inferiores a los 15 °C se dificulta la evaporación y superior a 35 °C puede ocasionar intoxicación dentro de la colonia o potenciar la fuga de las abejas. Estas conclusiones fueron obtenidas en un área mediterránea próximas a Roma con una temperatura promedio de 25°C.

Espinosa, L. y Guzmán, E. (2007), reportan en su investigación que al utilizar concentraciones de 12 g y 25 g (dosis a las que se ha probado este producto en Europa) ambas integradas en un sustrato de gel de 25 y 50 g respectivamente, para mantener una liberación lenta y asegurara una correcta dosificación, mediante un esparcido en una bandeja plástica, con una frecuencia de aplicación para 12g de 7 días, para después de cinco semanas ser retiradas las dos bandejas juntas, mientras que para la frecuencia aplicación de dosis de 25 g fue de 14 días, finalmente las láminas fueron retiradas 5 semanas después de haber proporcionado la primera dosis, logrando eficacias de 92.1% y 88.8 para 12 y 25 g de timol respectivamente, Espinosa, L. y Guzmán, E. (2007), reportan que el costo de los tratamientos, incluyendo el precio del producto y los gastos de mano de obra y transportación, fue para timol a dosis de 12.5 g (37.76 pesos, 3.45 dólares) que con timol a dosis de 25g (70.21 peos, 6.42 dólares).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La investigación sobre la evaluación de tres alternativas para el control Varroasis (*Varroa destructor*), se realizó en la comunidad de Asactus, parroquia la Matriz Cantón Chambo, Provincia de Chimborazo la misma que tuvo una duración de 120 días, cuyas situaciones geográficas y condiciones meteorológicas se reportan en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL LUGAR DE ESTUDIO.

Latitud	1°25'21" a 1°26'37" Sur
Longitud	78°18'7" a 78°21'42" Oeste
Altitud	2560 m.s.n.m.

Fuente: Sistema de Información Geográfica (Info Plan 2002).

Cuadro 2. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DEL CANTÓN CHAMBO PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

Parámetro	Promedio
Temperatura, °C	11 a 15
Precipitación, mm	500-1000
Humedad relativa, %	70,5

Fuente: Municipio del Cantón Chambo (2011).

B. UNIDADES EXPERIMENTALES

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó 16 colmenas tipo Langstroth, las cuales estuvieron conformada por una alza completa + una media alza, a los cuales se aplicó cuatro tratamientos (Testigo, Acido fórmico al 85% , Acido oxálico al 10% y timol al 99% diluido en aceite de oliva) y testigo, a cada tratamiento se asignó 4 colmenas dándonos un total de 16 unidades experimentales.

C. MATERIALES, EQUIPOS, E INSTALACIONES

1. Materiales

- Acido fórmico.
- Acido oxálico
- Timol.
- Aceite de oliva.
- Vaselina.
- Champú.
- Colmenas tipo Langstroth
- Velos.
- Ahumador.
- Palanca.
- Charola de cartulina.
- Tela blanca (tamiz).
- Brocha.
- Lupa.
- Embace plástico (1000ml)
- Goma espuma (20cm de largo/10cm ancho/1cm alto)/ colonia.
- Fundas de polietileno.
- Bisturí o estilete.
- Jeringuilla desechable de 50cc.
- Esponjilla de floristería. (9cm de diámetro/2.5cm alto)
- Vasos de precipitación.
- Envases plásticos.

2. Equipos.

- Computadora.
- Calculadora
- Cámara fotográfica.
- Pinzas quirúrgicas
- Balanza (kg).
- Balanza de precisión.
- Reverbero

3. Instalaciones

- Apáριο de propiedad de APICARE S.A
- Laboratorio de Microbiología y Biotecnología Animal de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH.

D. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL.

- T1= Acido Fórmico. 240 ml al 85% en dos aplicadores (120ml en cada aplicador/ colonia), con dos aplicaciones cada 15 días
- T2 = Acido oxálico. 5ml/ bastidor al 10% de una solución en proporción (1: 10: 10) para acido Oxálico; Azúcar; Agua, respectivamente, 4 tratamientos con intervalo de 4días.
- T3 = Timol. 10g al 99.9%/ colonia disuelto en aceite de oliva, dos tratamientos con intervalo de 8 días.

Las colmenas utilizadas fueron homogéneas, distribuyéndose bajo un Diseño Completamente al Azar DCA.

El modelo lineal aditivo en el cual se basó el experimento fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \epsilon_{ij}$$

Dónde:

Y = Valor estimado de la variable

μ = Media general

T_i = Efecto de los tratamientos

ϵ = Efecto del error experimental

El esquema del experimento que se empleó se muestra en el siguiente cuadro 3.

Cuadro 3. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

TRATAMIENTOS	CODIGO	REPETICIONES	TUE	Col/Trat.
Testigo	T0	4	1	4
Acido Fórmico	T1	4	1	4
Acido Oxálico	T2	4	1	4
Timol	T3	4	1	4
TOTAL COLMENAS				16

Fuente. Moyón, J. (2013).

E. MEDICIONES EXPERIMENTALES

1. Pre-tratamiento

- N° Varroas caídas/dm²/día
- Porcentaje de infestación de varroa
- Pesos inicial colmena (kg)
- Ritmo de postura inicial de la reina (N°)
- Población inicial de abejas. (N°)

2. Pos-tratamiento

- N° Varroas caídas/dm²/día.
- Porcentaje de infestación de varroa.
- Porcentaje de infestación varroas en las etapas aplicación.
- Eficacia tratamientos (%).
- Pesos final colmena (kg).
- Ritmo de postura final de la reina (N°)
- Población final de abejas. (N°)
- Mortalidad abeja adulta (N°).
- Mortalidad cría (N°).
- Costos de las tecnologías.

F. ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.

Los resultados obtenidos en la investigación realizada fueron sometidos al sistema estadístico SAS 8.2 según los siguientes análisis estadísticos:

- Análisis de Varianza ADEVA
- Separación de medias según Tukey al 0.05 y 0.01

El esquema del análisis de Varianza se detalla en el cuadro 4.

Cuadro 4. ESQUEMA DEL ADEVA.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
Total	15
Tratamientos	3
Error Experimental	12

Fuente: Moyón, J. (2013).

G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La investigación para el control de varroa destructor (*Varroa jacobsoni oud*) mediante la aplicación de tres alternativas (Acido fórmico, Acido oxálico y timol) en los apiarios de la provincia de Chimborazo tuvo dos fases las cuales se detallan a continuación:

1. Diagnóstico de infestación de Varroasis en los tres apiários.

a. Diagnostico

Esta fase se realizo para la identificación de colmenas que se encuentren infestadas naturalmente con Varroasis (*Varroa destructor*), como también la homogeneidad de las características de las colmenas, diagnóstico que fueron realizadas en tres parroquias de la provincia de Chimborazo:

- Provincia de Chimborazo, Cantón Chambo, Parroquia matriz, Comunidad Asactus, apiario APICAR S.A.
- Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Lican, Comunidad Nitiluiza, apiario del Señor René Pilataxi.
- Provincia de Chimborazo, Cantón Riobamba, Parroquia Cubijies, Comunidad Socorro, apiario del Señor Juan Moyón.

Se diagnosticó 34 colmenas de características similares (1 alza completa + ½ alza) en las tres parroquias correspondientes dando como resultados 12

colmenas con infestaciones del 10-11% con varroa destructor de 16 diagnosticadas en la comunidad Asactus perteneciente al cantón Chambo, mientras que en la comunidad el Socorro en la parroquia de Cubijes se obtuvo 4 colmenas con infestaciones y características similares a la parroquia Asactus de 8 colmenas diagnosticadas y en la comunidad Nitiliza en la parroquia Lican se analizaron 10 colmenas de características similares a las anteriores dando infestaciones del 4-5% mismas que no fueron sometidas a la segunda fase, cabe mencionar que para la determinación de infestación se utilizó la prueba de David De Jong.

b. Preparación de colmena

Identificadas las colmenas se procedió a cambiar materiales que estén deteriorados en este caso solo se cambió los costales que se colocan en la parte superior de la colmena.

c. Transporte de colmenas

Identificadas las colmenas se procedió al traslado de las 4 colmenas de la parroquia de Cubijes a la parroquia la matriz del cantón Chambo con el cual se completó las 16 unidades experimentales que se requería para la investigación.

d. Revisión de las colmenas pre-aplicación tratamiento

Esta revisión se realizó durante 30 días en cual no se identificó cambio alguno en el comportamiento de las abejas ni en la infestación de varroas en las colmenas identificadas para la investigación.

2. Evaluación de los tratamientos

a. Preparación de materiales para toma de datos.

Para la toma de varroa caídas/dm²/ día se cortó una lámina de cartulina gruesa con dimensiones de 32 x 42,5cm, la cual es colocada en la base de la colmena.

Para el % infestación de varroas se utilizó el método de David De Jong. Para el número de abejas y cría muertas durante el tratamiento se elaboró una maqueta compuesta de costal con 4 pilares de madera colocados a 4 extremos del costal formando una cuba, la cual es colocada al frente de la piquera.

b. Toma de datos iniciales.

La toma de datos iniciales de todas las variables en estudio se realizó 7 días pre-aplicación de los tratamientos.

c. Preparación de tratamientos.

Acido fórmico.- Se cortó una pequeña plancha de goma espuma de 20 cm de largo por 10 cm de ancho por 1 cm de espesor las cuales fueron recubiertas con fundas de polietileno al cual se aplicó la dosis recomendada de ácido fórmico con la ayuda de una jeringuilla para luego sellar todas las aberturas de la funda con el fin de evitar que se evapore el producto.

Acido Oxálico.- se prepara una solución en proporción (1: 10: 10) para ácido Oxálico; Azúcar; Agua, la cual es transportada en un recipiente tapado.

Timol.- Se cortó una plancha de oasis (material que se utiliza para mantener fresca las flores) de 6 cm de largo x 4 cm de ancho x 0.5 cm de espesor, las cuales fueron recubiertas con fundas de polietileno al cual se aplicó la dosis recomendada de timol con la ayuda de una jeringuilla para luego sellar todas las aberturas de la funda con el fin de evitar que se evapore el producto, por otro lado se disuelven para cada colmena 10 gramos de timol en aceite de oliva, para lo cual se calentó los 17ml de aceite de oliva hasta 70° C y se les añadieron 10 g de timol cristal, pureza 99,9% obtenido una solubilidad del timol por completo a los 52°C.

d. Aplicación tratamientos

Acido Fórmico.- se utilizó el tratamiento de larga duración el cual consiste en utilizar dos aplicaciones cada 15 días, de 240 ml de ácido fórmico al 85% en dos aplicadores de gomaespuma forrada con plástico de polietileno (120ml en cada aplicador/colonia) colocadas sobre los cabezales de los marcos de la cámara de cría

Acido oxálico.- Se utilizó cuatro aplicaciones con intervalo de cuatro días en dosis de 5ml/ bastidor de la solución preparada 1:10:10 (ácido oxálico: Agua: Azúcar) aplicado directamente sobre las abejas adultas por método de goteo para lo cual se utilizó una jeringuilla de 50cc

Timol.- Se utilizó dos aplicaciones cada 8 días con 10g de timol 99.9%/ colonia disuelto en 17 ml aceite de oliva, aplicado en oasis y colocado sobre los cabezales de los marcos de la cámara de cría.

e. Toma de datos

Las variables , varroas caídas ,% de infestación, peso de colmena, ritmo de postura, población de abejas, se tomo los 7días pre- aplicación y 75 días posterior la última aplicación de los tratamientos, mientras que el % de infestación durante las etapas de tratamiento se tomo a los 15 días después de la primera aplicación de los tratamientos, cabe determinar que al día 30 después de la primera aplicación de los tratamientos se retiraron todos los residuos de los tratamientos, y mortalidad de abejas adultas , cría se tomo todos los días durante las aplicación de los tratamientos (30 días).

H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

1. Varroa muertas/dm²/día

Se obtiene registrando por 5 días seguidos, pre y pos tratamiento la caída de varroa sobre la lamina de cartulina (32 x 42,5cm) untada con vaselina y

colocada sobre la base de la colmena y una vez obtenida los 5 datos sacamos el promedio de caída de varroa por día, con el cual se logra determinar una estimación de la población de Varroas en la colmena,

Con el resultado obtenido, se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

- de 5 Varroas por día = población baja
- 6 - 10 Varroas por día = población media
- + de 10 Varroas por día = población alta

Cabe mencionar que en la investigación se determino la caída de varroas por dm² lo cual se calculo mediante una regla de tres simple.

2. Porcentaje de infestación de Varroa

Se prepara un recipiente de boca ancha en el cual se coloca agua jabonosa, luego del centro la colmena con la ayuda de una brocha hacer caer las abejas sobre el recipiente para luego durante unos 3 minutos agitar el recipiente.

Se destapa y se vierte el líquido con las abejas sobre un paño blanco de tal manera poder contar el número de abejas y el numero de varroas.

La fórmula para evaluar el porcentaje de infestación es la siguiente:

$$\% \text{ De infestación } = \frac{\text{No. de Ácaros colectados}}{\text{No. de Abejas en la muestra}} \times 100$$

Considerándose que cuando se alcancen porcentajes superiores al 10% será necesario un tratamiento de tipo químico a la brevedad posible.

3. Eficacia del tratamiento

Se determina mediante los datos de % infestación de varroa pre y pos aplicación de los tratamientos.

Mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia} = \frac{\% \text{ de infestación inicial} - \% \text{ de infestación final}}{\% \text{ infestación inicial}} = X \cdot 100$$

El % de infestación final se tomó 60 días después de la última aplicación de los tratamientos.

4. Peso de colmena

Este peso corresponde al peso de abejas adultas, cría, producción de miel, polen, propóleos ya que anteriormente se tomó un peso referencial de los materiales de la colmena como:

Alza completa + 10 marcos con cera extendida = 7,6Kg

½ Alza + 9 marcos con cera extendida = 5 Kg

Base de la colmena = 2,7 Kg

Peso material colmena 15,3kg

No se tomó el peso de la tapa de la colmena ya que al momento del pesaje se sacó la tapa.

Entonces el peso de la colmena se calculó mediante la fórmula.

Peso colmena = (Peso total colmena – peso material colmena).

5. Ritmo de postura de la reina

Consistió en observar el porcentaje de ocupación de cría operculada en cada panel, luego sumarlos y utilizar la tabla que se reporta en el cuadro 5.

Cuadro 5. CALCULO DEL RITMO DIARIO DE LAS POSTURAS. REINA (*APIS MELLIFERA*).

Puesta Huevos por día	Cantidad de cría presente por estado				Panales ocupados con cada estado de cría			
	Cría				Cría			
	Huevos larvales	operculada	Total		Huevos larvales	operculada	Total	
	3 días	6 días	12 días	21 días	3 días	6 días	12 días	21 días
500	1.500	3.000	6.000	10.500	0.22	0.43	0.87	1.52
750	2.250	4.500	9.000	15.750	0.33	0.65	1.30	2.28
1.000	3.000	6.000	12.000	21.000	0.43	0.87	1.74	3.04
1.250	3.750	7.500	15.000	26.250	0.54	1.09	2.17	3.80
1.500	4.500	9.000	18.000	31.500	0.65	1.30	2.61	4.57
1.750	5.250	10.500	21.000	36.750	0.76	1.52	3.04	5.33
2.000	6.000	12.000	24.000	42.000	0.87	1.74	3.48	6.09
2.250	6.750	13.500	27.000	47.250	0.98	1.96	3.91	6.85
2.500	7.500	15.000	30.000	52.500	1.09	2.17	4.35	7.61
2.750	8.250	16.500	33.000	57.750	1.20	2.39	4.78	8.37
3.000	9.000	18.000	36.000	63.000	1.30	2.61	5.22	9.13
3.250	9.750	19.500	39.000	68.250	1.40	2.80	5.60	9.80

Fuente: Mendizabal, F. (2004).

6. Población de abejas

Se determino mediante el ritmo de postura de la reina, dato que fue relacionado en la tabla poblacional de abejas del cuadro 6.

Cuadro 6. CALCULO DE POBLACIÓN DE ABEJAS.

Total Abeja	Total Crías	Ritmo/huevos día
8000	1000	100
6000	2000	250
5000	50000	400
60000	80000	750
10000	15000	1200
20000	24000	1600
30000	32000	2000

Fuente: Mendizabal, F. (2004).

7. Mortalidad de abeja adulta y cría

Este dato se obtuvo registrando la mortalidad de las dos variables diariamente durante todo el proceso de los tratamientos, para luego sumarlos y determinar el promedio de mortalidad de las dos variables.

$$\text{Mortalidad abejas/día} = \frac{\text{Total de abejas muertas}}{\text{Nº días de registro}}$$

$$\text{Mortalidad de cría/día} = \frac{\text{Total de cría muerta}}{\text{Nº días de registro}}$$

8. Costos de tecnología

Se determino en función al costo por aplicación del producto más el costo de mano de obra y transporte.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRES ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa destructor*).

1. Número de Varroas caídas/dm²/día pre y pos- aplicación tratamiento

El número de varroas caídas/dm²/día pre- aplicación de los tratamientos, en el presente estudio fue de 5,04, 4,96, 5,02 y 5,03 para las colmenas pertenecientes a los tratamientos Testigo, Acido Fórmico al 85%, Acido Oxálico al 10% y Timol al 99% diluido en aceite de oliva respectivamente, alcanzado un promedio general de 5,01, de varroas caídas/dm²/día lo que significó una población alta de varroas en las colmenas antes de la aplicación de los tratamientos, y disponiéndose de unidades experimentales homogéneas al inicio del experimento, como se reporta en el cuadro 7 y en el gráfico 2.

La caída de varroa destructor pos-aplicación de los tratamientos registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera en las colmenas sometidas al tratamiento de ácido fórmico presentaron menor promedio de caída de varroas/dm²/día con 0,14 varroas, seguido por el promedio obtenido en las colmenas tratadas con ácido oxálico con 0,6 varroas, posteriormente se ubicó el promedio determinado en las colmenas en las cuales se aplicó el tratamiento timol alcanzando un promedio de 1,08 varroas, finalmente el grupo testigo con 5,53 varroas/dm²/día, como se reporta en el cuadro 8 y en el gráfico 3.

Los resultados obtenidos en la investigación demuestran que el ácido fórmico al 85% bajo en mayor proporción la población de varroas esto debido a que el producto actuó tanto en la fase forética como en la fase reproductiva de la varroa, a través de la evaporación del producto, afectando así el sistema respiratorio de la varroa lo cual es corroborado por Dr. Eguaras, M. (2003), manifiesta que en el interior de las colmenas, el ácido actúa por evaporación, afectando el sistema respiratorio de los ácaros que se encuentran sobre la abeja adulta como a los que están en fase reproductiva dentro de las celdas de cría, la reducción de la población de varroas en la colmena tanto para el ácido

Cuadro 7. ESTUDIO DE INCIDENCIA DE VARROASIS (*Varroa destructor*) Y VARIABLES POBLACIONALES DE ABEJAS.

Características	Tratamientos				\bar{X}	E.E.
	Testigo	Acido Fórmico	Acido oxálico	Timol		
Nº Varroas caídas/dm ² /día pre-tratamiento	5,0	4,96	5,02	5,03	5,0	0,09
Infestación Varroas pre-tratamiento (%)	10,83	10,50	11,28	10,75	10,84	0,27
Pesos inicial colmena (kg)	10,25	10,05	9,85	10,38	10,13	0,22
Ritmo de postura inicial de la reina(Nº)	1312,5	1375	1312,5	1437,5	1.359,4	65,05
Población inicial de abejas. (Nº)	20000	20000	20000	20000	20000	0,000

Fuente: Moyón, J. (2013).

E.E.: Error estándar

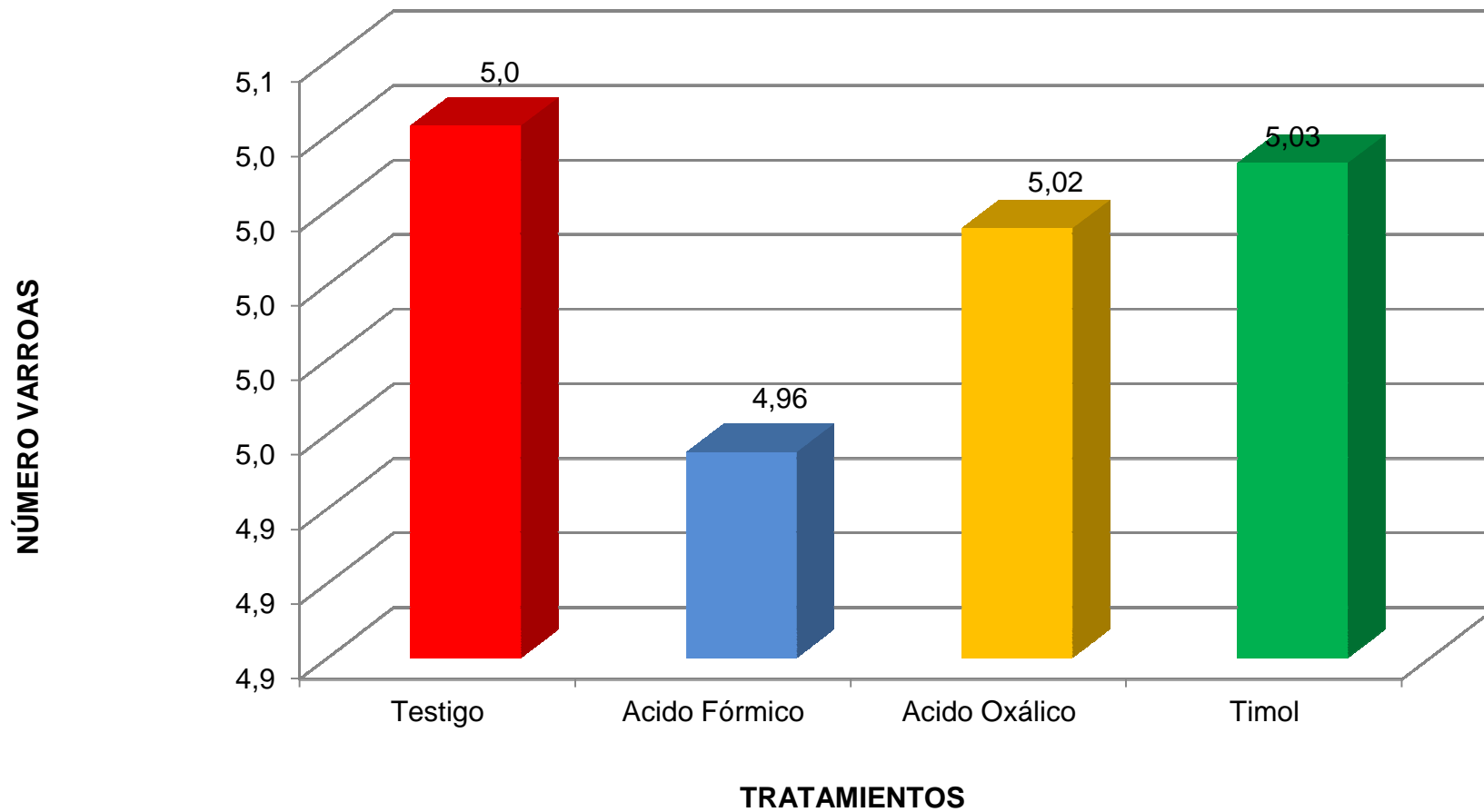


Grafico 2. Varroas caídas/ dm²/día pre- aplicación de los tratamientos.

Cuadro 8. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRES ALTERNATIVAS PARA EL CONTROL DE VARROA (*Varroa destructor*).

Características	Tratamientos					Prob.	E.E
	Testigo	Ácido Fórmico	Ácido oxálico	Timol	X		
Nº Varroas caídas/dm ² pos-tratamiento	5,53a	0,14d	0,6c	1,08b	1,8	0,0001	0,04
Incidencia Varroas pos- tratamiento(%)	10,98a	0,53d	1,78c	4,03b	4,33	0,0001	0,15
Incidencia Varroas etapas aplicación (%)	10,9a	1,28c	1,45c	4,18b	4,45	0,0001	0,10
Eficacia tratamientos (%)	0d	95,1 ^a	84,4b	62,9c	60,60	0,0001	0,23
Pesos final colmena (kg)	8,68b	12,18 ^a	11,48a	7,93b	10,06	0,0001	0,22
Ritmo de postura final de la reina(Nº)	1250b	1625 ^a	1500a	937,5b	1.328	0.0006	86,53
Población final de abejas. (Nº)	20000a	25000 ^a	22500a	12500b	20000	0.0123	2282,18
Mortalidad abeja adulta (Nº)	11,3b	5,8c	13,4a	11,6b	10,51	0,0001	0,22
Mortalidad cría (Nº)	1,15b	0,28c	0,98b	5,33a	1,93	0,0001	0,08

Fuente: Moyón, J. (2013)

Letras iguales no difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey ($P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$)

Prob: Probabilidad

E.E: Error estándar

ns: Diferencia no significativa entre promedios

** : Diferencia altamente significativa entre medias de los tratamientos.

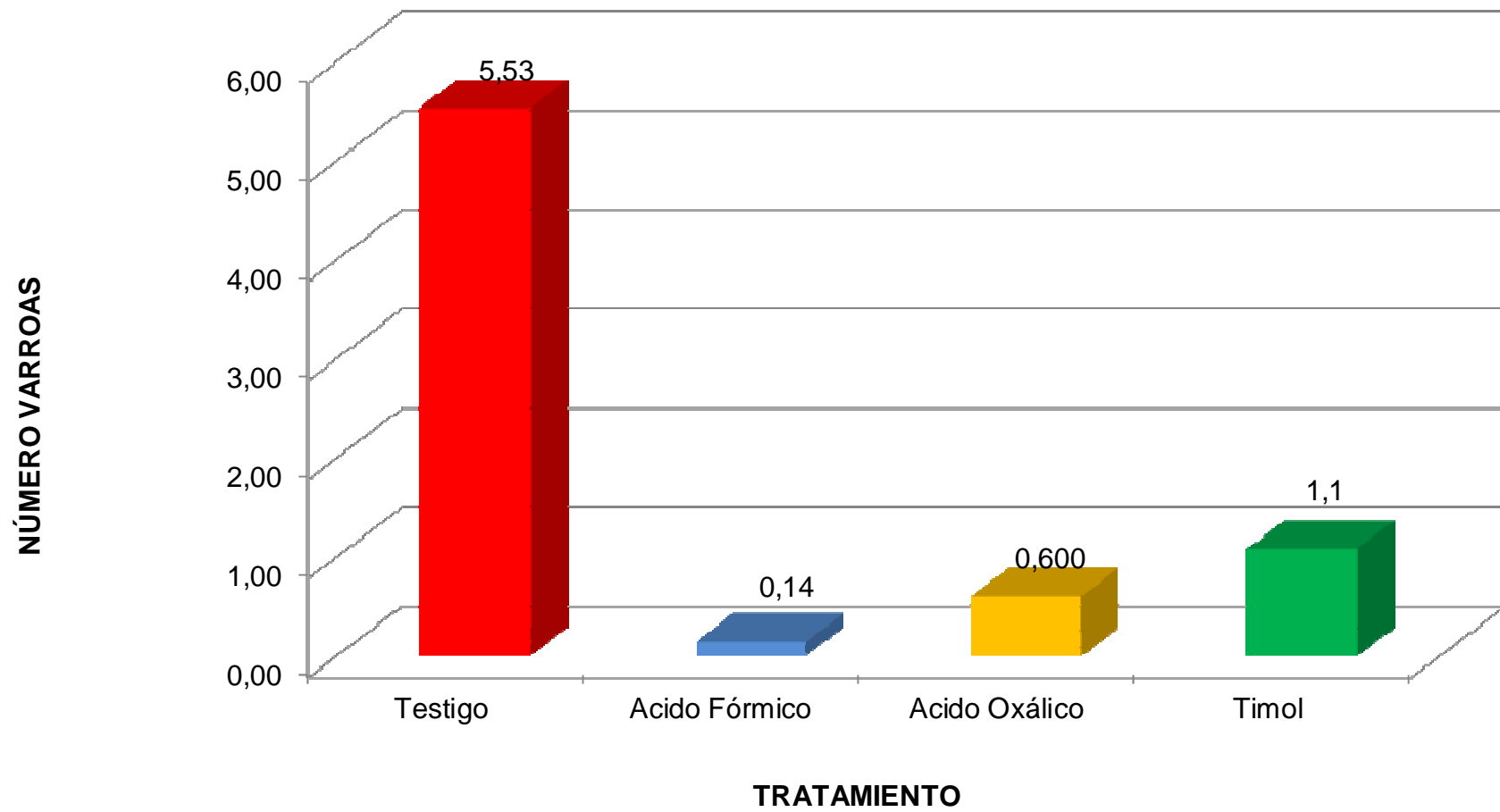


Gráfico 3. Varroas caídas / dm²/día pos- aplicación de los tratamientos.

oxálico al 10% y timol al 99% diluido en aceite de oliva fue menos en comparación con el tratamiento ácido fórmico lo cual fue debido a que los productos solo actúan en la fase forética mas no en la fase reproductiva ya que el ácido oxálico es colocado directamente sobre las abejas mediante una aplicación por goteo como es ratificado por Nanetti, A. et al. (1999), citado por Arculeo, P. (2000), quien plantea que el ácido parece actuar por contacto y que la presencia de azúcar en la solución reviste un papel importante como soporte, favoreciendo la acción del principio activo, mientras que para el timol para que haya un mayor efecto es necesario que haya una población fuerte para que puedan roer las abejas el oasis y así entren en contacto la varroa con el producto. Como lo manifiesta Carmona, M. et, al. (2002), cita que ha quedado de manifiesto en varios trabajos (Lindberg y col., 2000; Chiesa, 1991), que resulta necesario el contacto físico de la abeja con e timol en cualquiera de las formas que éste se presente, puesto que sólo por evaporación no resulta suficientemente efectivo.

2. Porcentaje de Infestación de varroas pre y pos-aplicación tratamiento

El % de infestación de varroas pre-aplicación de los tratamientos, al inicio del presente estudio fue de 10,83, 10,5, 11,28 y 10,75% para las colmenas que fueron sometidas al control de varroas mediante los tratamientos Testigo, Acido Fórmico al 85%, Acido Oxálico al 10% y Timol al 99% diluido en aceite de oliva respectivamente, alcanzado un promedio general de 10,84 el cual nos demuestra que las colmenas en ese momento tenían una infestación natural alta de varroa destructor y disponiéndose de unidades experimentales homogéneas al iniciar el experimento, como se observa en cuadro 7 y gráfico 4.

El % de infestación varroa destructor pos-aplicación de los tratamientos registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera el tratamiento Acido Fórmico al 85% aplicado en gomaespuma en dosis de 240 ml, en dos aplicadores, con dos aplicaciones cada 15 días presento menor promedio de infestación de varroa con 0,525% seguido por el tratamiento acido oxálico con cuatro aplicaciones con intervalo de cuatro días aplicado directamente sobre las abejas adultas en dosis de 5ml/ marco lleno de abejas de la solución

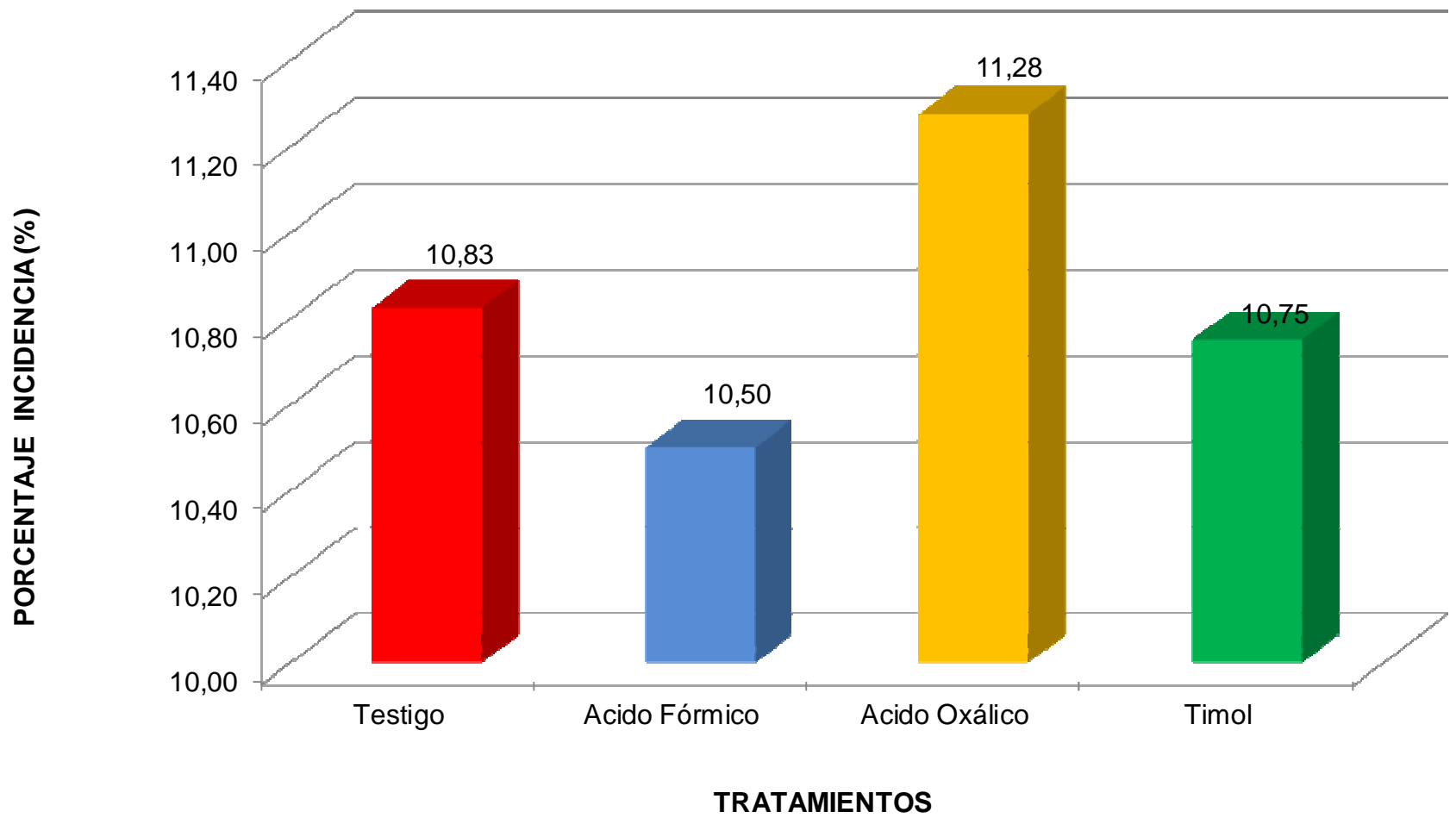


Gráfico 4. Porcentaje de incidencia de Varroas en abejas adultas pre-aplicación de los tratamientos.

1:10:10 (ácido oxálico: Agua: Azúcar) presentando así un promedio de infestación de 1,775%, posteriormente se ubicó el tratamiento timol aplicado en oasis y en dosis de 10g de timol al 99% diluido en 17ml de aceite de oliva, con dos aplicaciones con intervalo de cada 8 días alcanzando un promedio de infestación de 4,075%, y finalmente el testigo tuvo una infestación promedio de 10,975%, como se ve en el cuadro 8 y gráfico 5.

Las diferencias estadísticas que existe entre ácido fórmico, ácido oxálico, timol y testigo en el % de infestación, se debe a que el ácido fórmico actúa tanto en la fase forética como en la reproductiva como lo demuestra Dr. Eguaras, M. (2003), que manifiesta el ácido actúa por evaporación alcanzando tanto a los ácaros que se encuentran sobre la abeja adulta como a los que están en fase reproductiva dentro de las celdas de cría, mientras que los tratamientos ácido oxálico y timol solo actúan en la fase forética lo cual daría que una vez que termine el efecto del producto nuevamente comience una reinfestación con una población baja de varroas, como es manifestado por Nanetti et al. (1999), citado por Arculeo, P. (2000), plantea que el ácido parece actuar por contacto y no por evaporación, y para timol (Lindberg y col., 2000; Chiesa, 1991), manifiesta que resulta necesario el contacto físico de la abeja con el timol, puesto que sólo por evaporación no resulta suficientemente efectivo y para el que testigo tendiera a bajar la infestación sería necesario que la reina bloquee la postura ya que la varroa necesita para la fase reproductiva celdas con cría a punto de operculares como lo presenta Vandame, R. (2000), quien manifiesta que el nivel de infestación de la varroa está íntimamente relacionado a la postura de la reina, debido a que este acaro realiza su fase de reproducción en cría operculada de abeja, de tal manera en climas templados su desarrollo es más rápido que en condiciones de clima nórdico en donde la reina bloquea su postura hasta por seis meses al año y provoca una reducción de 50% de la población de la varroa.

3. % de infestación de varroa durante la aplicación de tratamientos.

Este valor se tomó 15 días después de las primeras aplicaciones de las tres alternativas para el control de varroa, registrándose diferencias altamente

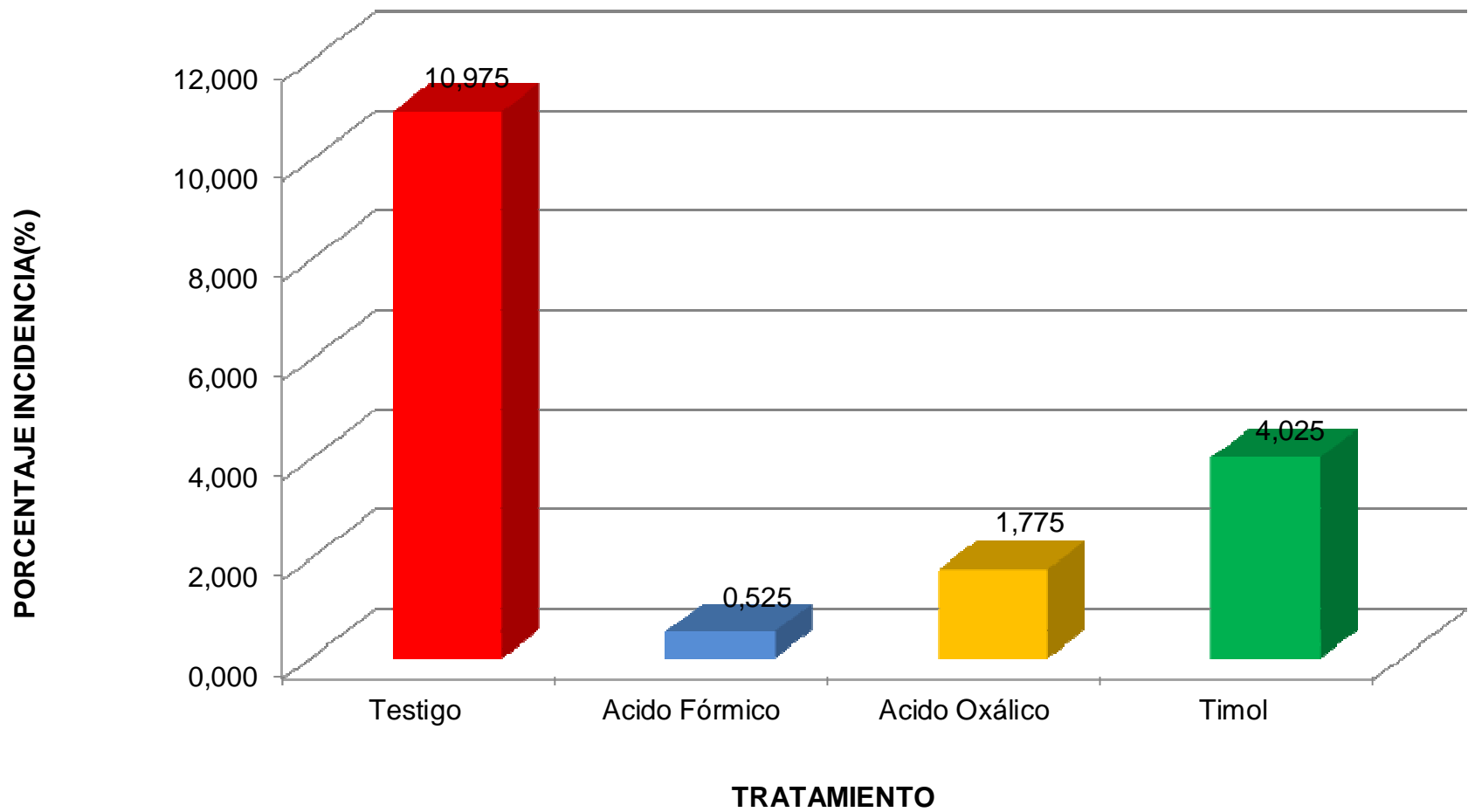


Gráfico 5. Porcentaje incidencia de Varroas en abejas adultas pos- aplicación de los tratamientos.

significativas ($P < 0.01$), de esta manera el tratamiento ácido fórmico y ácido oxálico presentaron los menores promedio de % de infestación de varroa en la colmena con 1,275 y 1,45 %, posteriormente se ubicó el tratamiento timol alcanzando un promedio de 4,175%, finalmente el testigo tuvo un promedio de 10,9% de infestación de varroa en la colmena, como se ilustra en el gráfico 6.

De acuerdo a los datos tomados a los 75 días después de la última aplicaciones de los tratamientos, nos indica que el tratamiento ácido fórmico al 85% con dos aplicación disminuyo 9,225 puntos porcentuales de infestación de varroa, mientras que para el ácido oxálico al 10% en el mismo tiempo pero con 4 aplicaciones del producto redujo 9,83 puntos porcentuales de infestación de varroa y para timol en el mismo tiempo con dos aplicaciones del producto redujo 6,575 puntos porcentuales de infestación de varroa y finalmente para testigo no se observó una disminución porcentual de infestación más bien hubo un incremento de 0,07 puntos porcentuales de infestación de varroa destructor en el mismo tiempo que fueron evaluados los demás tratamientos.

4. Eficacia de los tratamientos

El % eficacia de las tres alternativas para el control de varroa destructor registraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera el tratamiento ácido fórmico al 85 % con dos aplicaciones cada 15 días presento la mejor eficacia en el control de varroa destructor en la colmena con un promedio de 95,1% de eficacia, seguido por el tratamiento ácido oxálico al 10% con cuatro aplicaciones cada 4 días obteniendo un promedio de 84,45%, posteriormente se ubicó el tratamiento timol al 99% diluido el aceite de oliva con dos aplicaciones cada 8 días alcanzando un promedio de 62,8%, finalmente el testigo que no tuvo eficacia en el control de varroa destructor, como se ilustra en el gráfico 7.

Los resultados obtenidos para ácido fórmico al 85% con el tratamiento de larga duración en el presente estudio son superiores a los registrados por Dr. Egvaras, M. (2003), quien manifiesta que en tratamiento de larga duración se

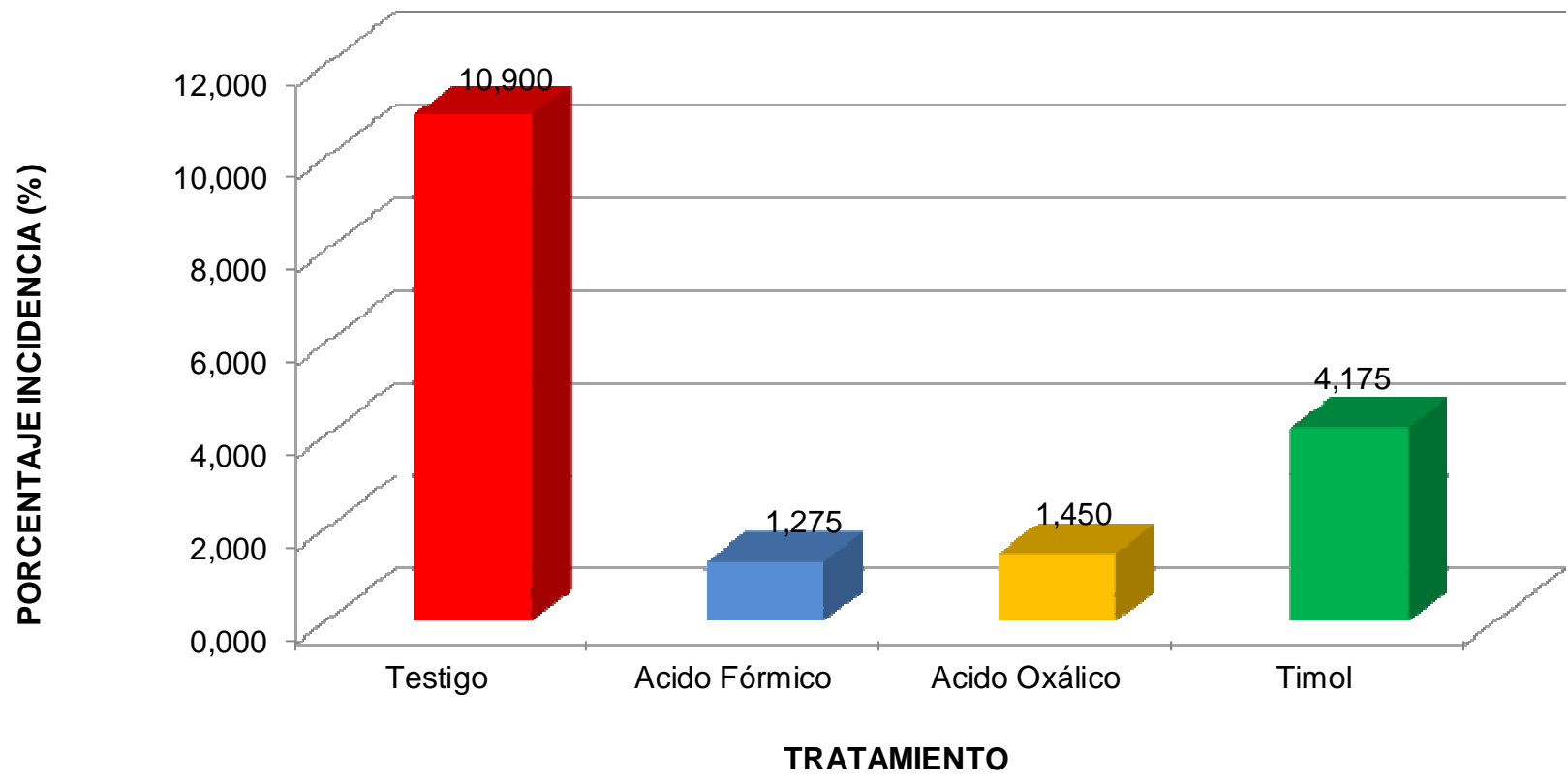


Gráfico 6. Porcentaje incidencia de Varroas en abejas adultas durante las diferentes aplicaciones de los tratamientos.

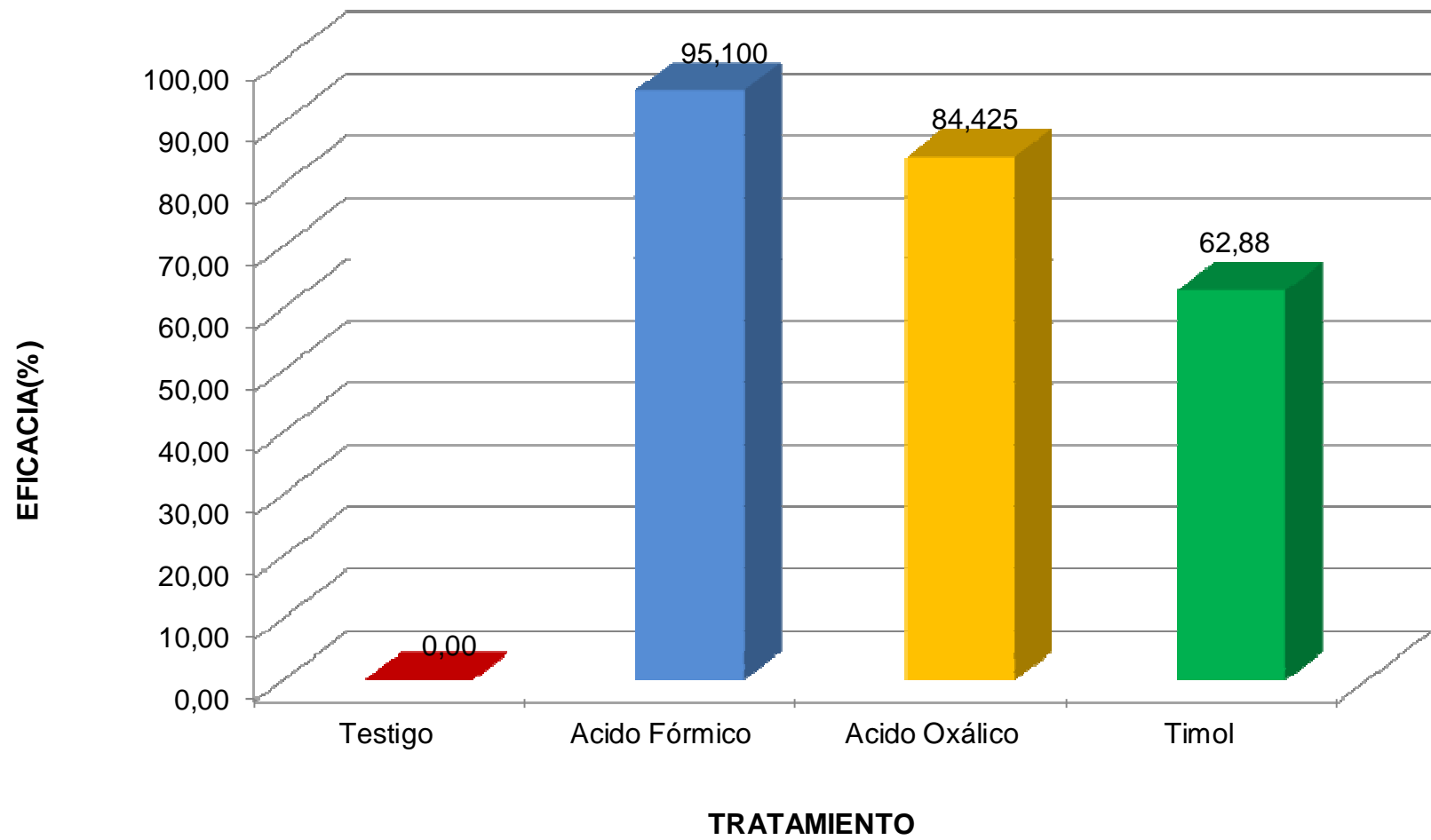


Gráfico 7. Eficacia de los tratamientos.

lograron valores de eficacia superiores a 90% con rangos de variabilidad de 76,7% a 99%. Mientras que Según Sagpya, (2012), justifica realizar una segunda aplicación de ácido fórmico (dos aplicadores con 120ml al 85% a cada uno) ya que con un segundo tratamiento con ácido fórmico, alcanza valores cercanos al 93 % de eficacia, mientras que en una única aplicación los valores se acercan al 81%,

En tratamientos de corta duración Arculeo, P. y Colin, M. (1993), obtuvieron una eficacia de 93% para colonias tratadas con 60 ml de ácido fórmico al 60% en 5 repeticiones cada 4 días, Fries, S. (1989), reportan eficacias de 96% en colmenas con cría y temperaturas que oscilaban entre 14 y 18° C, las cuales corresponden a un tratamiento de corta duración, Gonzales, D. et, al. (2005), reportan eficacias de $78,21\% \pm 5,94$ en colmenas que tuvieron una infestación inicial de 4,35% mismas que fueron sometidas a un tratamiento de ácido fórmico al 58 % en dosis de 10ml por cada marco poblado de la colonia con 3 aplicaciones cada 10 días, además Espinosa, L. y Guzmán, E. (2007), reportan que con un tratamiento de corta duración (ácido fórmico al 65 % con dosis de 80ml, aplicado 4 veces con intervalo de 4 días) obtuvieron eficacias de 66,4 %, mientras que el ácido fórmico aplicado en gel, Eguaras, M. (2003), reporta al 72% una única dosis con 240 g de ácido fórmico en gel (8 g de gel y 232 g de ácido fórmico). Utilizando dos aplicadores de 120 g. Un aplicador se posicionó sobre los cabezales y el otro en el piso de cada colmena. Luego de 15 días el ácido fórmico fue removido. Obteniendo eficacia de $94,48 \pm 0,04\%$ y colocando el tratamiento solo en la cámara de cría se obtuvo eficacias de $97,49\% \pm 0,03\%$.

Los resultados obtenidos para ácido oxálico al 10% aplicado directamente sobre las abejas por método de goteo en esta investigación son menores a los que reporta Silva, A (2006), con eficacias de 96,2, 97,9 y 96,4% para los tratamientos 5,10 y 20 % de concentración del ácido oxálico diluidos en un jarabe azucarado al 50%p/v con cuatro aplicaciones cada 5 días, mientras que BARBERO et al. 1997, citado por Silva, A. (2006), reporta que en la primera aplicación de 10% ácido oxálico en jarabe azucarado 1:1, obtuvo una eficacia del 70% y 95% de eficacia para la segunda aplicación.

Según Charriere, J, y Imdorf, A. (2002), citado por Silva, A. (2006), reportan eficacias mayores al 95% al aplicar ácido oxálico al 4,5% diluido en una solución azucarada en concentración 1:1(azúcar/agua).

Asimismo los resultados de la presente investigación superan a los registrados por Arculeo, P. (2000), citado por Silva, A. (2006), quien reporta 82.8% de eficacia en colmenas con cría, para la aplicación del ácido al 10% en solución azucarada 1:1, mientras que para colmenas sin cría reporta eficacias de 94,1% de eficacia, además en concentraciones del ácido oxálico al 7 % en colmenas sin cría reporta eficacias de 87%, como también superan a los datos reportados por Flores, J, et al. (1997), citado por Silva, A. (2006), quien alcanzan promedios de eficacia de 52,28, 40,66 y 39,16%, en colmenas con presencia de cría al aplicar este ácido oxálico en concentraciones de 3,4, 3,7 y 2,9%, respectivamente.

Mientras que los resultados obtenidos en la investigación se asemejan a los datos reportados por Marcangeli, J. et, al. (2003), quien reporta que al utilizar el producto comercial Oxavar® (principio activo ácido Oxálico) disuelto en agua destilada (323 gr en 5000 ml), aplicándose 5 ml de solución por cuadro cubierto por abejas en tres dosis a intervalos de siete días, colocada sobre los cabezales de los cuadros de cría mediante un dosificador automático regulable, se logró eficacia para la primavera de $85,5\% \pm 2,8$ (rango = 82,8 – 90,0) y $86,1\% \pm 2,6$ para el otoño (rango = 83,4 – 91,2).

El % de eficacia obtenidos en esta investigación para timol al 99% diluido en aceite de oliva son menores a los reportados por Llorete, J. et, al. (1996), reporta que en su investigación, mediante la aplicación de 10g de timol pulverizado y homogenizado sobre papel aluminio abierto y colocado sobre la parte superior de los cuadros, con cuatro aplicaciones con intervalo de 7 días, Obtuvo eficacia del 99,2%.

Mientras que Bulacio, N. et, al. (2010), reporta que al aplicar en 32,12 g de timol aplicado cada 15 días en dos dosis de 16,06 g repartidas en dos tabletas de vermiculita embebidas cada una en 8,03 g de timol colocadas sobre los cabezales

de los marcos de las cámaras de cría, logrando la eficacia promedio del timol del 81% (rango 61% y 96%).

Además Eguaras, M. et, al. (2004), reporta que al evaluar el efecto varroocida del timol administradas en dos formas; una aplicación única de 25 g y otra de dos aplicaciones de 12,5 g cada una, separadas por 12 días. Obtuvieron eficacias del 94% y 91% respectivamente sin verse afectadas las abejas adultas y la cría. Eficacias semejantes fueron conseguidas por Marinelli, E. et, al. (2001), en tres productos comerciales Apilife Var en sustrato poroso (95,5%), Apiguard en una matriz de gel (94,3%) y Thymovar (90%).

Igualmente Espinosa, L. y Guzmán, E. (2007), reportan en su investigación que al utilizar concentraciones de 12 g y 25 g (dosis a las que se ha probado este producto en Europa) ambas integradas en un sustrato de gel de 25 y 50 g respectivamente, con una frecuencia de aplicación para 12g de 7 días, para después de cinco semanas ser retiradas las dos bandejas juntas, mientras que para la frecuencia aplicación de dosis de 25 g fue de 14 días, finalmente las láminas fueron retiradas 5 semanas después de haber proporcionado la primera dosis, logrando eficacias de 92,1% y 88,8 para 12 y 25 g de timol respectivamente.

Obtenido los resultados de la investigación se puede determinar que la diferencia estadística para eficacia entre el ácido fórmico y ácido oxálico, timol y testigo se debe en primera por que el ácido fórmico tuvo un amplio modo de acción a través de la evaporación del producto que duro 15 días y luego fue removido y colocado otro durante 15 días afectando así a las varroas tanto en estado forético como en la fase reproductiva de la varroa disminuyendo así la infestación cercano a cero.

Mientras que para el ácido oxálico y timol su eficacia no fue la óptima la cual se debe a que estos productos tienen que estar en contacto físico con las abejas y las varroas ya que es su modo de acción afectando solo a las varroas en estado forético y no en la fase reproductiva como también porque los productos antes mencionados no tienen un amplio margen de acción ya que para el ácido oxálico se tuvo que realizar 4 aplicaciones cada 4 días y

para timol se tuvo que aplicar dos veces cada 8 día lo cual es posible que al momento de las nuevas aplicaciones tanto para el ácido oxálico y timol no todas las abejas con la varroa en estado forético entraron en contacto con los tratamientos es por eso que exista una re infestación de varroa para el ácido oxálico de 0,32% y para timol no hubo re infestación de varroa al comparar el % de infestación durante la aplicación de los tratamientos con el % de infestación pos aplicación de los tratamientos, no hubo eficacia en testigo debido a que la reina no bloqueo su postura ya que la nivel de infestación de la varroa está íntimamente relacionado a la puesta de la reina, debido a que este acaro realiza su fase de reproducción en cría operculada de abeja, más bien se observó un incremento de 0,18%, para lo se manifiesta que todo tratamiento con cualquier producto debe estar relacionada al ciclo biológico de la varroa lo cual es corroborada por Vandame, R (2000), que manifiesta que los días de tratamiento está ligado a los días que la Varroa madre pasa operculada de tal manera no será afectada por ningún producto aplicado en la colonia para lo cual recomienda que el tratamiento debe durar 16 días para obtener una eficacia y que mínimo un tratamiento debe durar 12 días lo cual está relacionado al ciclo biológico de la varroa

5. Peso de colmenas pre y pos - aplicación de los tratamientos

El peso de colmenas pre- aplicación de los tratamientos, al inicio del presente estudio fue 10,25, 10,05, 9,85 y 10,38 Kg para las colmenas que fueron sometidas al control de varroas mediante los tratamientos Testigo, Acido Fórmico, Acido Oxálico y Timol respectivamente, alcanzado un promedio general de 10,13 y disponiéndose de unidades experimentales homogéneas al iniciar el experimento, como se ve en el gráfico 8.

El peso de las colmenas pos-aplicación de los tratamientos registró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera el tratamiento acido fórmico al 85 % y acido oxálico al 10% presentaron mayores pesos con promedios de 12,175 y 11,475 Kg respectivamente, seguido por timol al 99% diluido el aceite de oliva y testigo con pesos promedios de 7,925 y 8,675 Kg respectivamente, como se observa en el gráfico 9.

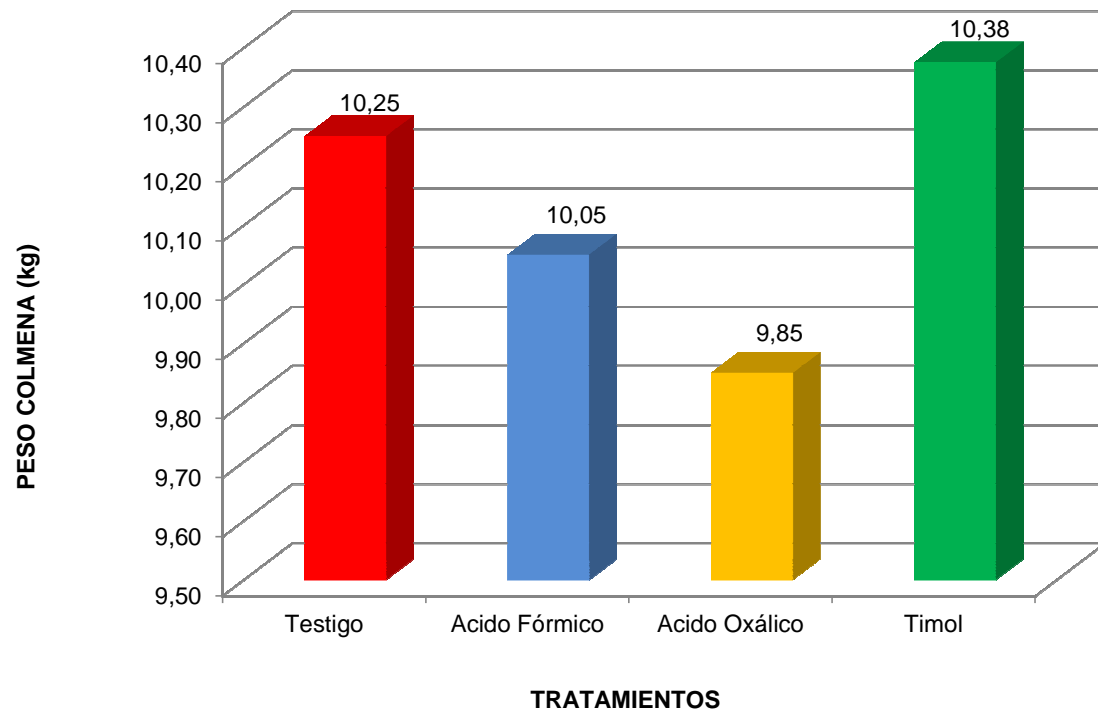


Gráfico 8. Peso colmenas pre - aplicación de los tratamientos.

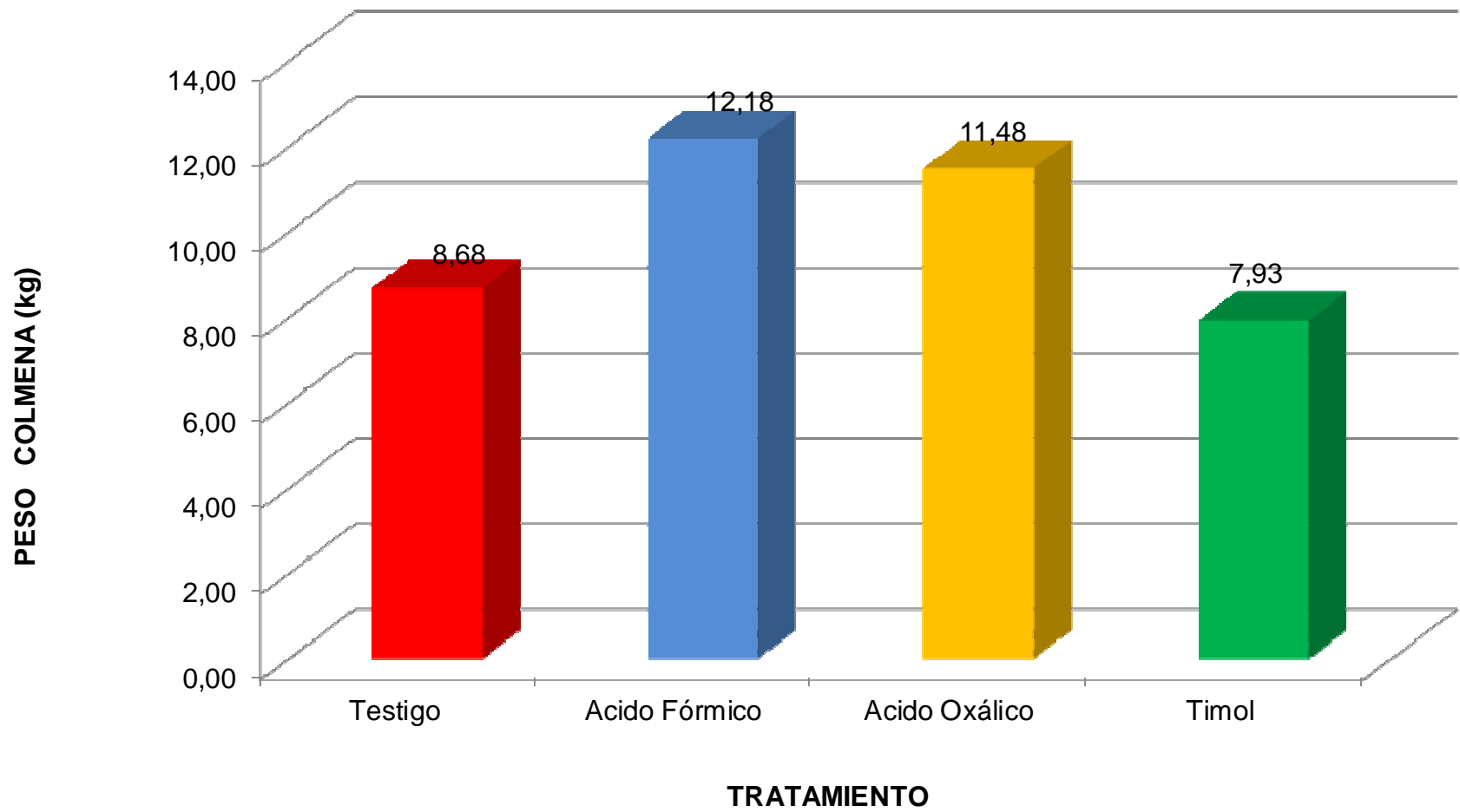


Gráfico 9. Peso colmenas pos - aplicación de los tratamientos.

De acuerdo a los datos obtenidos en la investigación se puede inferir que la ganancia de pesos en las colmenas tratadas con ácido fórmico y ácido oxálico se beba en mayor proporción a la floración mas no al efecto en si del tratamiento ya que las investigaciones se han reportado efecto de los productos utilizados solo en las varroas mas no se han reportado investigaciones sobre un efecto positivo en el comportamiento productivo y reproductivo de las abejas, mientras que la disminución del peso en las colmenas testigo esté relacionado a la mortalidad de la cría o a la expulsión de abejas con mal formación en el cuerpo causado por las varroas lo cual daría una disminución de la población de abejas adultas trayendo como consecuencia un bajo nivel de pecoreo, debido a que todas las crías no llegan a la etapa de abeja adulta, además porque el consumo interno de miel y polen es mayor a la recolectada por las abejas adultas, esto porque las crías que fueron infestadas con varroas serán expulsadas de la colmenas no logrando llegar a la etapa adulta para el pecoreo dando como resultado una pérdida gradual del peso de la colmena, colmenas que al no ser tratadas se corre el riesgo de la pérdida total de la colmena no por la población de la varroa sino por el efecto que causa ya que esta acaro al succionar la hemolinfa de las abejas baja el sistema inmunológico de las abejas siendo propensas a contagio de enfermedades bacterianas y virales lo cual es corroborado por Vandame, R (2000), quien manifiesta que muerte de la colonia de abejas no está relacionado íntimamente al número de varroas en la colmena sino porque la Varroa es patógeno por las enfermedades virales y bacterianas que activa o trasmite entre colmenas. Ya que los últimos años se han reportan que en el sur de Europa las colmenas de abejas se mueren antes que la población de Varroa sea de 6.000 u 8.000 individuos frente a Alemania y Gran Bretaña y donde la población de varroas por colmena es de 20. 000 y 4. 2000 respectivamente, pero el ataque viral en estas zonas son menores en relación al sur de Europa ,la disminución de peso en las colmenas tratadas con timol se deba a que el timol influye sobre un comportamiento higiénico de las abejas ya que eliminan todas las crías lo cual trae una disminución de la población de abejas en la colmena solo durante el proceso del tratamiento ya que después de los tratamientos regresaría a la dinámica de normal de la colmena, lo cual se recomendaría hacer este tratamiento solo en colmenas fuertes.

6. Ritmo de postura de la reina pre y pos-aplicación tratamiento

El ritmo de postura de la reina pre- aplicación de los tratamientos, al inicio del presente estudio fue 1312,5, 1375, 1312,5, 1437,5 huevos/día para las colmenas que fueron sometidas al control de varroas mediante los tratamientos Testigo, Acido Fórmico, Acido Oxálico y Timol respectivamente, alcanzado un promedio general de 1359,4 huevos/día y disponiéndose de unidades experimentales homogéneas al iniciar el experimento, como se ve en el gráfico 10.

El ritmo de postura de la reina pos-aplicación de los tratamientos registró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera el tratamiento ácido fórmico al 85 % y ácido oxálico al 10% presentaron un mayor ritmo de postura de la reina con promedios de 1625 y 1500 huevo/día respectivamente, seguido por timol al 99% diluido el aceite de oliva y testigo, alcanzando un ritmo de postura promedio de 1250 y 937,5 huevos/día respectivamente, como se ilustra en el gráfico 11.

De la misma manera el ritmo de postura de la reina está ligada en mayor proporción a varios factores como presencia de floración a la edad de la reina, alimento, material de la colmenas entre otros mas no al efecto de los tratamientos en sí, además cabe indicar que el ritmo de postura de las abejas está calculado en base a número de celdas de cría operculada, lo cual indicaría por que las diferencias estadísticas para timol ya que este producto crea un estímulo excesivo de comportamiento higiénico sacando mucha cría influyendo en los datos finales ya que no habría celdas de cría operculada dando resultados poco confiable de la disminución de ritmo de postura lo cual es corroborado por Ruiz, J. (2012), quien reporta un estímulo excesivo del comportamiento higiénico (sacan mucha cría y hay una disminución de la población) además Carmona, M. et, al. (2002), reporto en su investigación que la presencia de timol en las cantidades necesarias (10 y 15 g de timol disuelto en aceite de oliva) produce un control adecuado de esta parasitosis y no interfiere en la ovoposición de la reina cuando la temperatura exterior se encuentra entre 10 y 25 °C. Mientras que el ritmo de postura para ácido fórmico y oxálico que

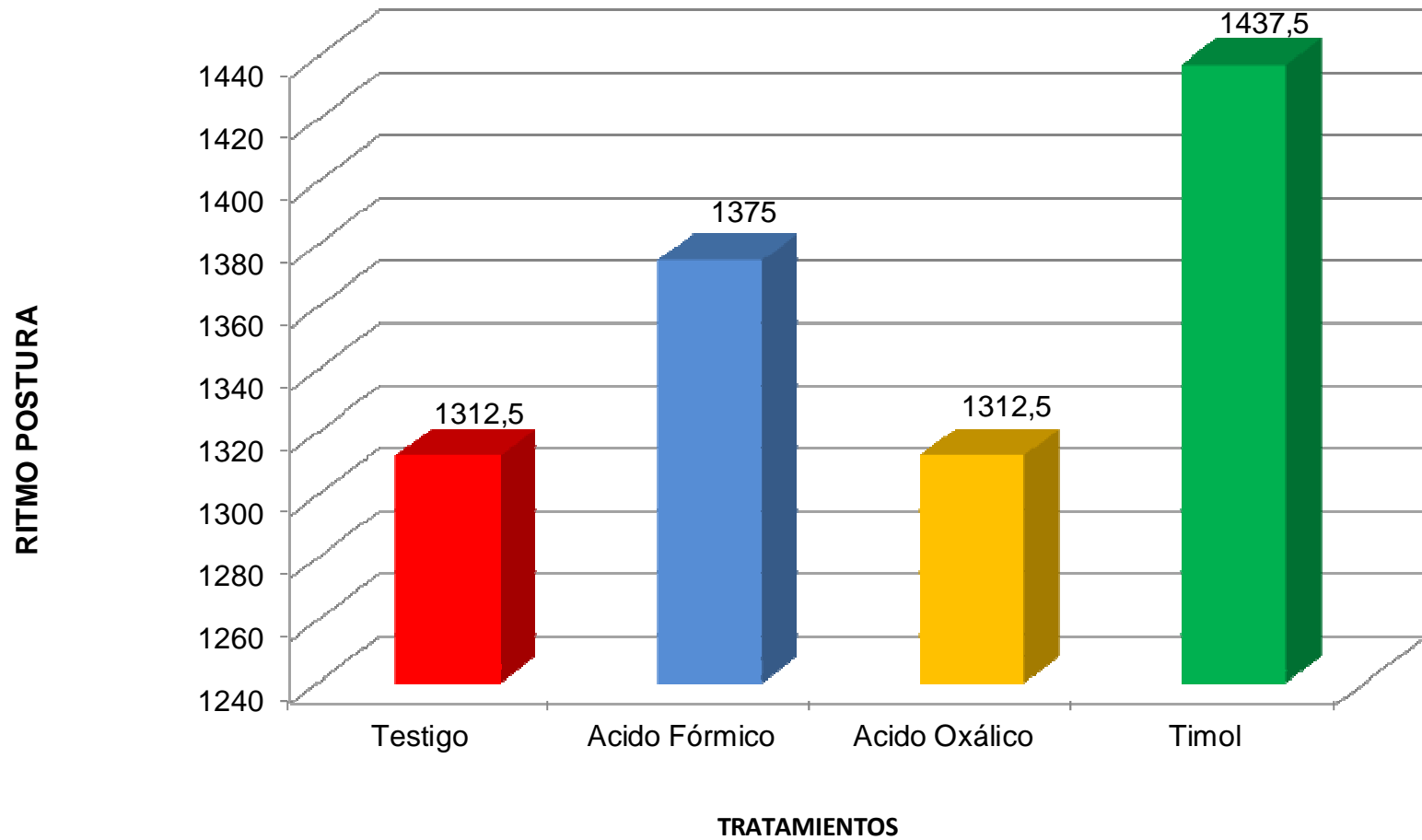


Gráfico 10. Ritmo de postura de la reina mediante el número de panales de cría operculada pre-aplicación de los tratamientos.

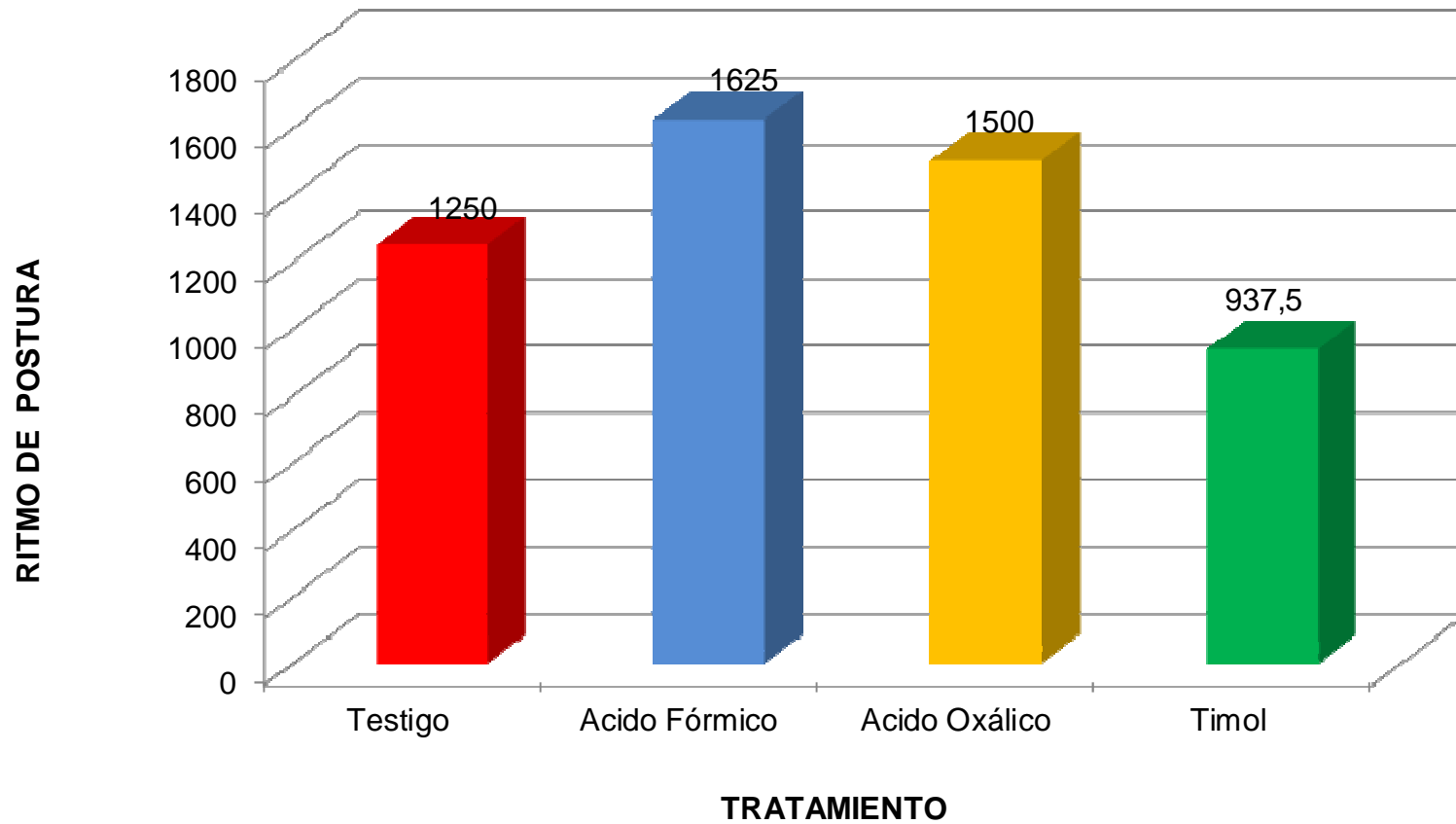


Gráfico 11. Ritmo de postura de la reina mediante el número de panales de cría operculada pos-aplicación de los tratamientos.

aparece haber un incremento lo cual podría estar influenciado por que no hubo una mortalidad considerable de cría en función al grupo testigo lo cual daría que al final de toma de datos haya más cría operculada y con esto el ritmo de postura sea positiva.

7. Población de abejas pre y pos-aplicación de los tratamientos.

La población de abejas pre- aplicación de los tratamientos, al inicio del presente estudio fue de 20000 abejas para todas las colmenas que fueron sometidas al control de varroas mediante los tratamientos Testigo, Acido Fórmico, Acido Oxálico y Timol respectivamente, alcanzado un promedio general de 20000 abejas y disponiéndose de unidades experimentales homogéneas al iniciar el experimento podemos observar en el gráfico 12.

La población de abejas pos-aplicación de los tratamientos registró diferencias significativas ($P < 0.05$), de esta manera el tratamiento acido fórmico al 85 %, acido oxálico al 10% y testigo presentaron poblaciones promedio de 25000, 22500 y 20000 abejas respectivamente, seguido por timol al 99% diluido el aceite de oliva alcanzando una población promedio de 12500 abejas, como se ve en el gráfico 13.

Los resultados obtenidos de población de abejas fueron calculados en base al ritmo de postura de la reina, cabe determinar que la población tanto para ácido fórmico al 85%, ácido oxálico al 10% y testigo no fueron afectados negativamente ya que la mortalidad de cría era mínima, mas no así para timol quien sí tuvo una reducción de población considerable ya que la mortalidad de cría fue en mayor proporción.

8. Mortalidad de abeja adulta

La mortalidad de abejas durante la aplicación de los tratamientos registro diferencia altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera el tratamiento acido fórmico al 85% presento un menor promedio muertes de abejas/día con 5,775, seguido por el testigo y timol al 99% diluido en aceite de oliva con

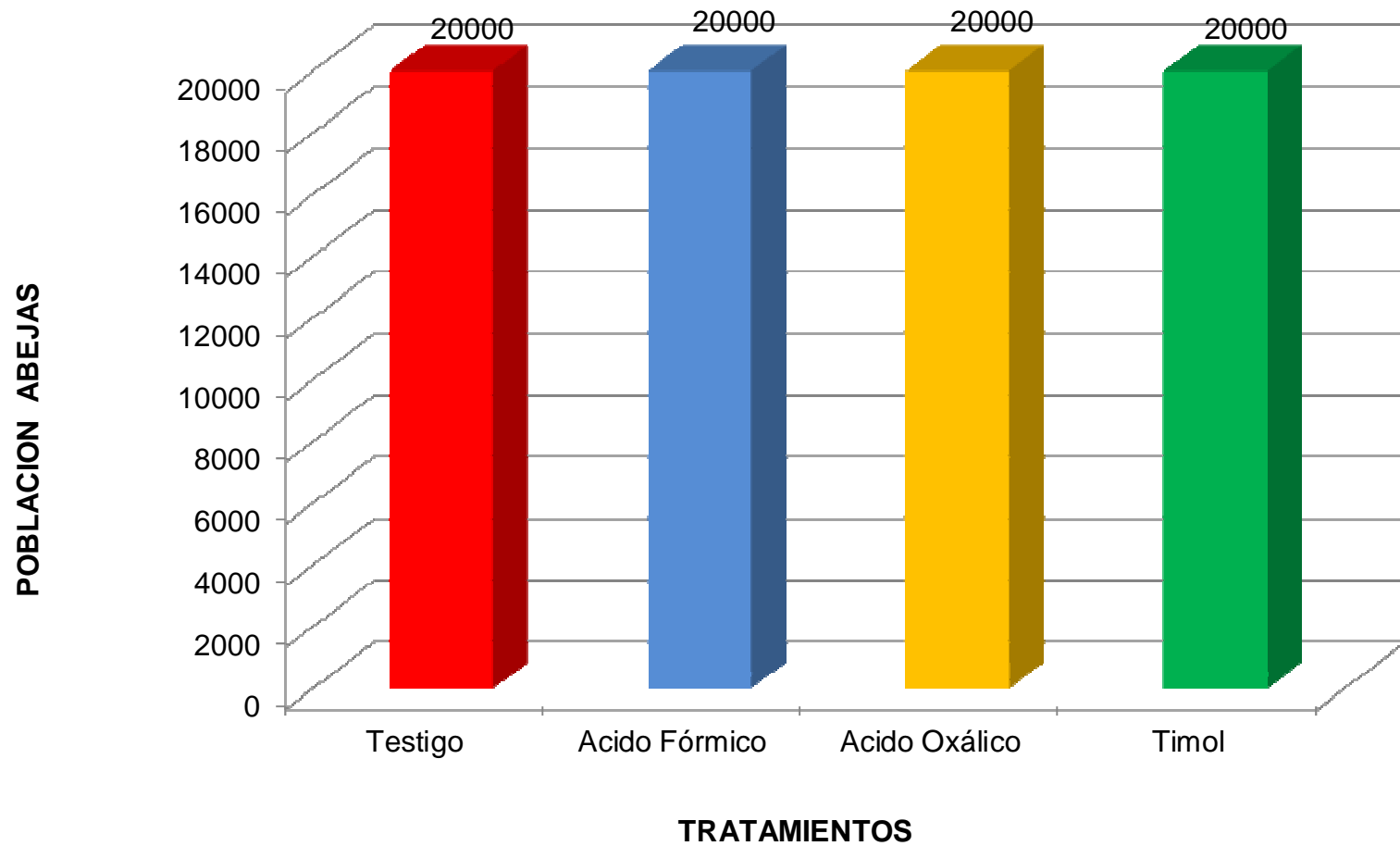


Gráfico 12. Población de abeja adulta calculado mediante el número de panales de cría operculada pre-aplicación de los tratamientos.

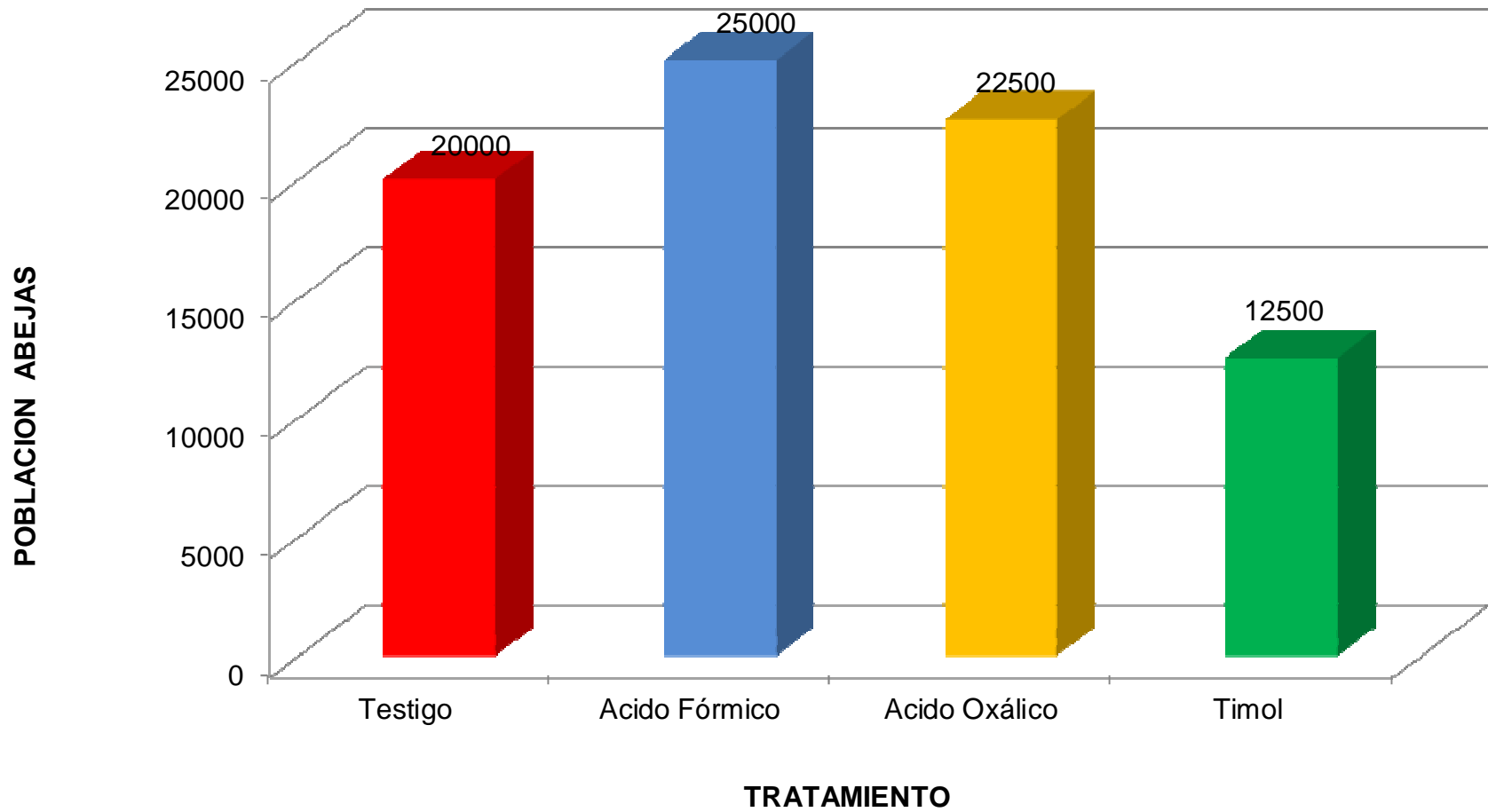


Gráfico 13. Población de abeja adulta calculado mediante el número de panales de cría operculada pos-aplicación de los tratamientos

promedios de 11,3 y 11,57 abejas muerta/día respectivamente y finalmente el tratamiento ácido Oxálico al 10% quien tu tubo un mayor promedio de mortalidad de abejas/día con 13,375, como se observa en el gráfico 14.

La mortalidad de abejas en la presente investigación para ácido fórmico fue menor debido a que el producto fue selectivo ya que hubo una mayor mortalidad de ácaros sin afectar a las abejas lo cual es corroborado por Dr. Egvaras, M. (2003), quien manifiesta que se debe a la mayor inhibición de la respiración en los ácaros en comparación con las abejas, como también por la menor capacidad metabólica y de regulación debido a que se encontró ácaros afectados por ácido fórmico, a través de su sistema respiratorio, mostrando una inhibición de la respiración y aparecen fuertemente acidificados, aunque no muestran necrosis de sus tejidos ni efectos corrosivos, mientras que para ácido oxálico en nuestra investigación hubo una mayor mortalidad de abejas lo cual es semejante a lo que reporta Silva, A. (2006), que reporta que las tres concentraciones del ácido 5, 10 y 20%, provocan una notable disminución de la población de abejas dentro de la colmena, lo cual se deba a una muerte por asfixia ya que al momento de aplicar el ácido oxálico en jarabe de azúcar por medio de goteo este producto haya obstaculizado las vías respiratorias de las abejas además porque el azúcar mejora la adherencia al cuerpo de la abeja, mas no por intoxicación como lo manifiesta Según Charriere, J. y Imdorf, A. (2001), citado por Silva, A. (2006), quienes encontraron que las abejas no ingieren la solución, es más, el azúcar mejoraría la adherencia del producto, incrementando la efectividad de éste, mientras que para timol la mortalidad fue casi igual a la del testigo lo cual nos manifiestas que no afecto sobre las abejas adultas ya que la mortalidad pueda estar determinada a la apoca de floración en donde a mayor actividad de pecoreo la mortalidad aumenta y viceversa.

9. Mortalidad de cría

La mortalidad de cría de abeja en estado de pupa durante las aplicaciones de los tratamientos registro diferencia altamente significativas ($P < 0.01$), de esta manera el tratamiento acido fórmico al 85% presento un

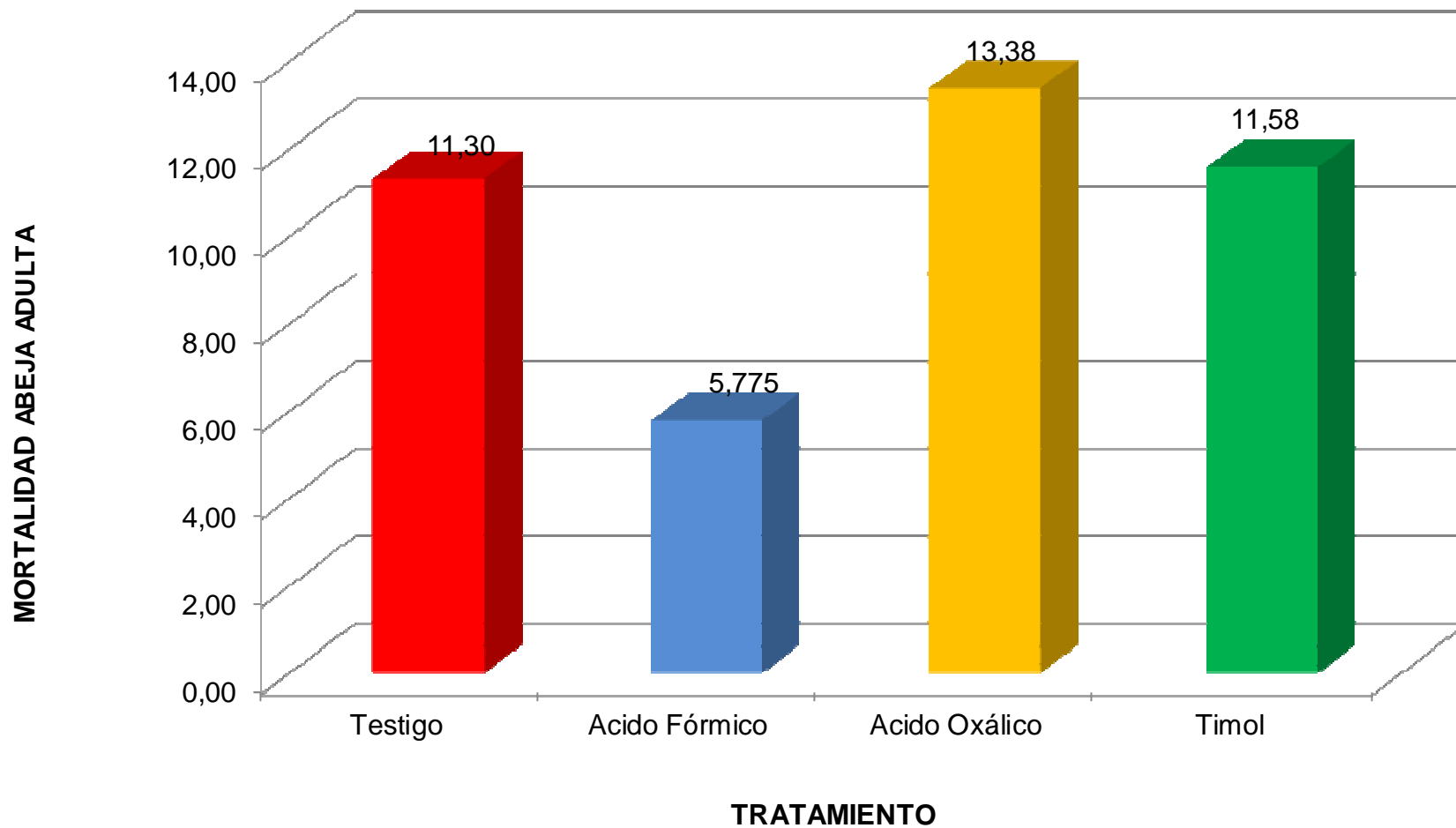


Gráfico 14. Mortalidad de abeja adulta durante las aplicaciones de los tratamientos.

menor promedio de muerte de cría/día con 0,275, seguido por el tratamiento ácido Oxálico al 10% y testigo quienes tuvieron un promedio de mortalidad de cría/día de 0,975 y 1,15 respectivamente finalmente el tratamiento timol al 99% diluido en aceite de oliva quien obtuvo un mayor promedio de mortalidad de cría/día con 5,32, como se ve en el gráfico 15.

La mortalidad de cría en la investigación para ácido fórmico, ácido oxálico y testigo fueron menores debido a los productos no entran en contacto directo con la cría como lo manifiesta Dr. Eguaras, M. (2003), quien manifiesta que el ácido actúa por evaporación alcanzando tanto a los ácaros que se encuentran sobre la abeja adulta como a los que están en fase reproductiva dentro de las celdas de cría, mientras que para ácido oxálico su aplicación es directa sobre las abejas ya que el ácido no actúa por evaporación sino por contacto directo lo cual Nanetti et al. (1999), citado por Arculeo, P. (2000), plantea que el ácido parece actuar por contacto y que la presencia de azúcar en la solución reviste un papel importante como soporte, favoreciendo la acción del principio activo. Así mismo el timol no entra en contacto con la cría pero presenta alta mortalidad la cual se deba a que el timol un estímulo excesivo de comportamiento higiénico sacando mucha cría según Ruiz, J. (2012), lo cual indicaría las diferencias estadísticas entre los tratamientos.

B. EVALUACIÓN DE COSTOS DE TECNOLOGÍA DE TRES ALTERNATIVAS DE PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa destructor*).

Para la evaluación de costos de la tecnología se consideraron, los costos de las aplicación/tratamiento sumado a ello costo de mano de obra y de transporte, cabe indicar que el costo total de materiales, mano de obra y transporte están dividido para 4 colmenas ya que en el proceso de investigación los materiales, la mano de obra y transporte se utilizaba en 4 colmenas tanto para testigo, ácido fórmico, ácido oxálico y timol, dando como resultado un menor costo/colmena tratada para ácido fórmico al 85% con dos aplicaciones cada 15 días de 8,2 \$/colmena tratada con un costo del producto más los materiales requeridos para su aplicación de 2,3 \$, mano de obra 3,89 \$ y transporte 2 \$,

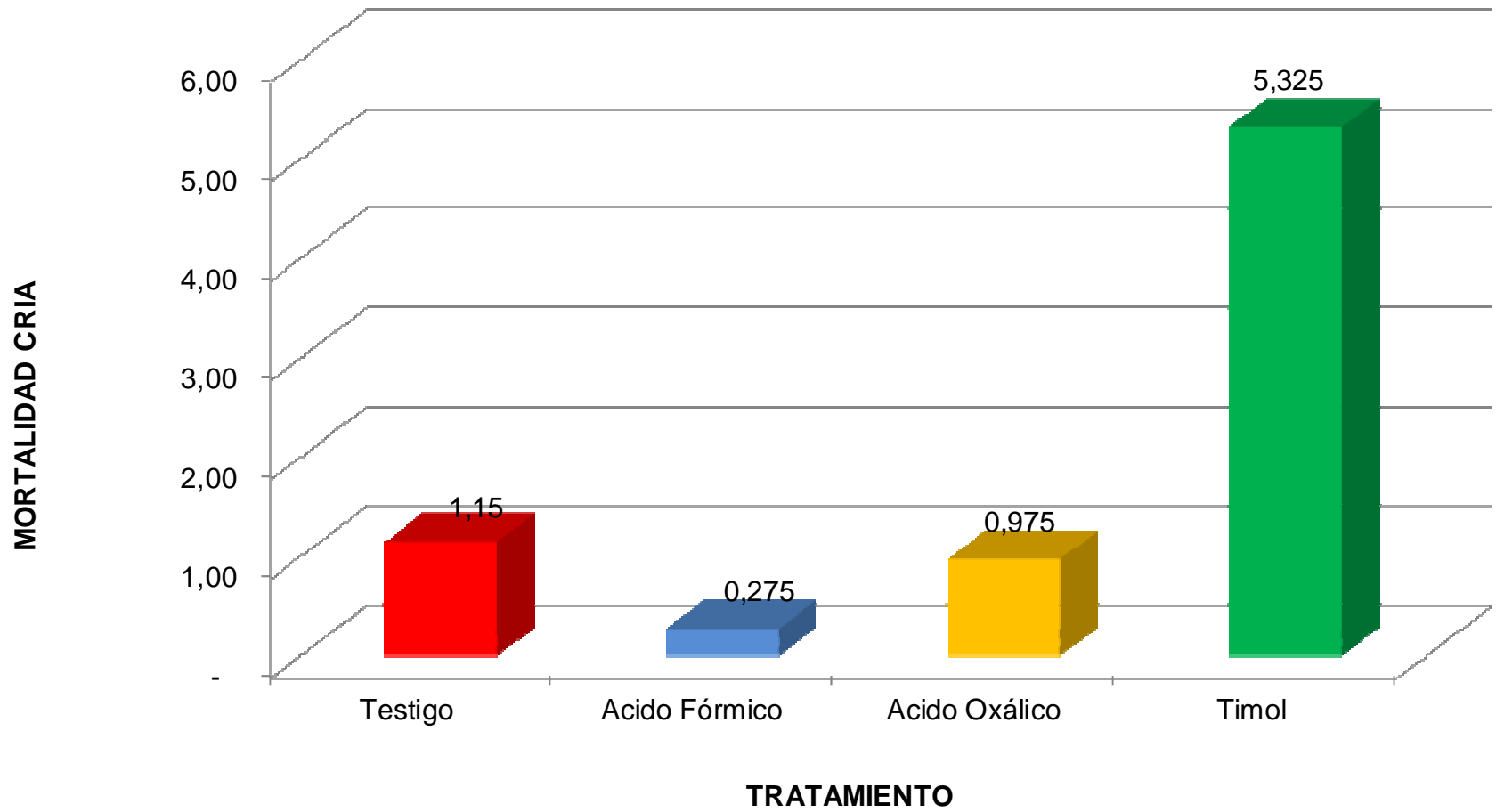


Gráfico 15. Mortalidad de cría durante las aplicaciones de los tratamientos.

seguido por el ácido Oxálico al 10% con 4 aplicaciones con intervalo de cuatro días con un costo/colmena tratada de 13,2\$ de los cuales el costo del producto más los materiales requeridos para su aplicación es de 1,43\$, mano de obra 7,78\$ y transporte 4\$, posteriormente el tratamiento timol al 99% diluido en aceite de oliva con dos aplicaciones cada 8 días con un costo/colmena tratada de 18,9\$ de los cuales el costo del producto más los materiales requeridos para su aplicación es de 13,01 \$, mano de obra 3,89 \$ y transporte 2\$, y finalmente el testigo con un costo de 5,89\$ costo que toma en cuenta solo costo de mano de obra y de transporte para las dos revisiones que duro el proceso investigativo pero al mismo tiempo no se vio una reducción del % de la infestación mas bien se notó un leve incremento, como se puede observar en el cuadro 9 y gráfico 16.

De acuerdo a los datos mencionados se puede ver que el costo menor/colmena tratada se debe a que el producto como sus materiales son bajos y además las visitas para realizar los tratamientos son pocos, considerase el costo de producto más los materiales/colmena tratada el menor costo fuese para ácido oxálico con 1,43\$ seguido por ácido fórmico con 2,3\$ y finalmente timol con 13,01\$, datos que se asemejan a los costos reportados por Vandame, R. (2000), con costos para ácido oxálico de 0,64\$/colmena tratada con cuatro aplicaciones, seguido por ácido fórmico con un costo de 3,6\$/colmena tratada con dos aplicaciones cada 15 días, y finalmente timol con un costo de 4,32 \$/colmena tratada con tres aplicaciones, mientras que Espinosa, L. y Guzmán, E. (2007) reportan que el costo del tratamiento , incluyendo el precio del producto y los gastos de mano de obra y transportación, fue para el ácido fórmico al 65% (70,81 pesos, 6,48 dólares), considerando que se el ácido fórmico se aplicó en cuatro ocasiones y requirió de cuatro viajes al apiario, de la misma manera reportan que el costo para timol incluyendo el precio del producto y los gastos de mano de obra y transportación, fue para timol a dosis de 12,5 g (37,76 pesos, 3,45 dólares) que con timol a dosis de 25g (70,21 peos, 6,42 dólares).

Cuadro 9. EVALUACIÓN DE COSTOS DE TECNOLOGÍA DE TRES ALTERNATIVAS DE PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa destructor*).

Concepto	Tratamientos			
	Testigo	Ácido Fórmico	Ácido Oxálico	Timol
Aplicación tratamiento	0	2,3	1,43	13,01
Transporte	2,00	2	4	2
Mano de obra	3,89	3,89	7,78	3,89
Total Costos	5,89	8,2	13,2	18,9

Fuente: Moyón, J. (2013).

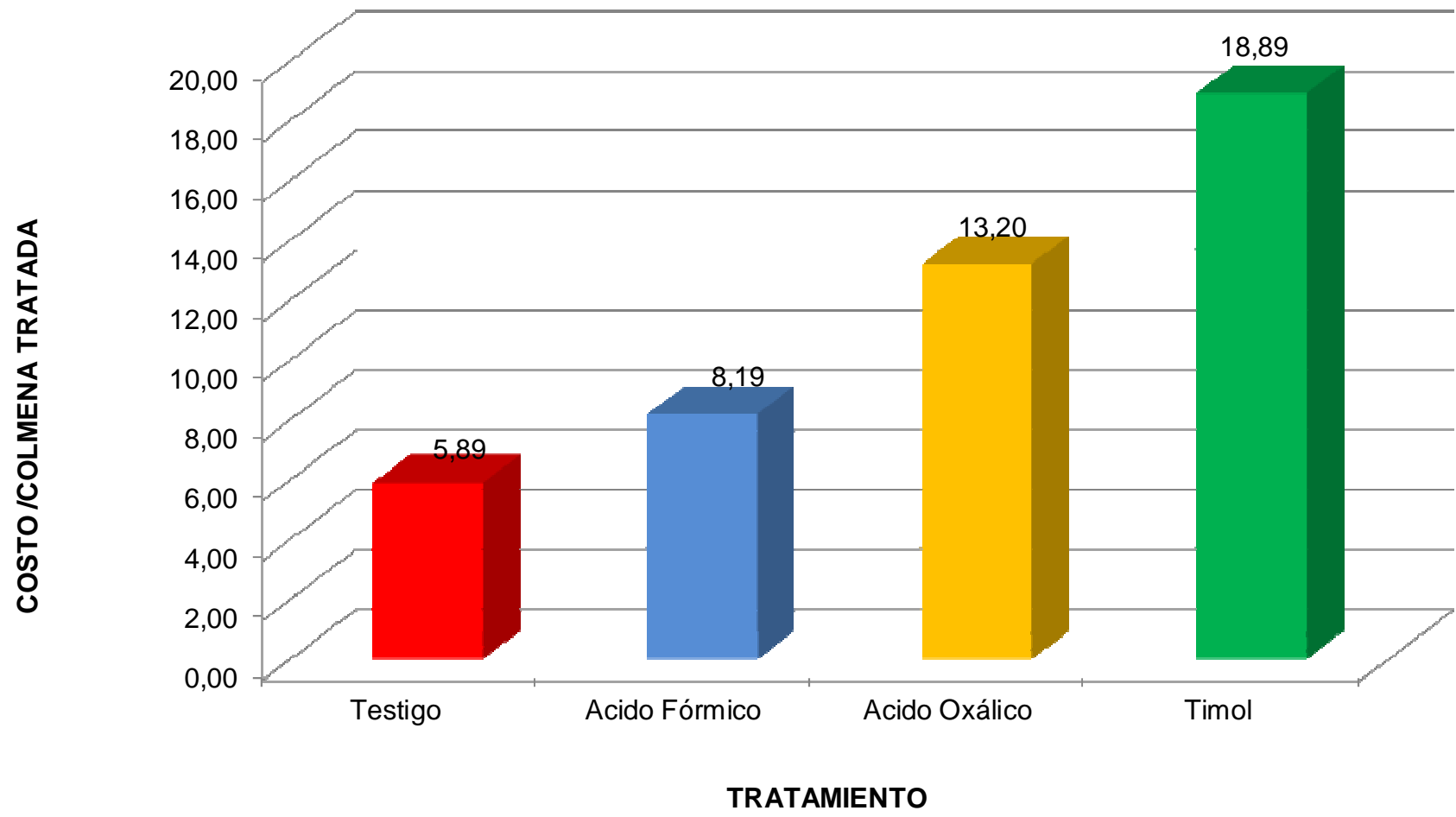


Gráfico 16. Costos de tecnología / colmena tratada.

V. CONCLUSIONES

Al analizar los resultados de las diferentes variables dentro del presente estudio se emiten las siguientes conclusiones:

1. Realizado el diagnóstico con la prueba de David De Jong se determinó que, en el apiario de la comunidad Asactus perteneciente al cantón Chambo el 87,5% de las colmenas tienen infestaciones mayores al 10% mientras que en los apiarios ubicados en el cantón Riobamba, comunidad Socorro el 62,5% de las colmenas tiene infestaciones iguales o mayores al 10% y en la comunidad Palacio Real el 100% de las colmenas tienen una infestación promedio de 4,63%.
2. Luego de la aplicación de los tratamientos, se determinó que la utilización del Ácido Fórmico al 85% fue el mejor tratamiento alcanzando una eficacia promedio del 95,1% para el control de *Varroa destructor*, sin afectar a la población de abejas de la colmena, mientras que el tratamiento ácido oxálico al 10% alcanzó una eficacia promedio de 84,45%, influyendo negativamente sobre las abejas adultas, y para el tratamiento timol al 99% diluido en aceite de oliva se obtuvo una eficacia promedio de 62,8% incidiendo negativamente al existir mortalidad de cría.
3. El costo/colmena para el control de Varroasis (*Varroa destructor*) es menor al utilizar ácido fórmico con un valor de 8,2 USD/Colmena tratada, mientras que se incurre en mayores costos al utilizar Ácido oxálico y Timol con montos de 13,2 y 18,9 USD/ Colmena tratada respectivamente.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar ácido fórmico al 85% en dos aplicaciones cada 15 días para el control de (*Varroa destructor*), ya que a más de ser inofensivo para las abejas presenta la mayor eficacia y bajo costo.
2. Difundir los resultados obtenidos a nivel de apicultores de la región Sierra Centro del país con el fin de controlar la parasitosis de (*Varroa destructor*), en abejas.
3. Realizar otras investigaciones en donde se evalúen, concentraciones menores a la utilizada en la presente investigación, con el fin de reducir los costos del tratamiento de esta enfermedad parasitaria.

VII. LITERATURA CITADA

1. BRODSGAARD, C. et al 1999. Spring treatment with oxalic acid in honeybee colonies as varroa control. *DIAS report*. Ministry of food, agriculture and fisheries. Danish Institute of Agricultural Sciences 6, 1-16.
2. BULACIO, N. BASUALDO, M. EGUARAS, M. 2010 Revista de la Sociedad Entomológica Argentina versión on-line issn 1668- 3498. Actividad Varroocida del timol en colonias de *Apis mellifera L.* De la provincia de Santa Fe. vol.12 no.1 Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
3. Bulacio Cagnolo N.; M. Basualdo; C. Salto; E. Bedascarrasbure; M. Eguaras y J. Merke. 2008. Efecto Varroocida del Timol en colmenas de abejas bajo producción comercial. *Libro de resúmenes del 2º Congreso Argentino de Apicultura*. Pág. 36. Mar del Plata, agosto de 2008.
4. CARMONA, M. et al. 1999. Influencia del timol en la puesta de cría de la abeja melífera. *Vida apícola* n° 133 Pg. 43. <http://info-bee.com.ar/files/docs/timol%20en%20cria.PDF>
5. EGUARAS, M. 2000. El Ácido Fórmico Como Agente De Control De *Varroa Destructor* En Argentina.
6. Eguaras M.; Cora, D.; Sosa, A.; y Ruffinengo, S. (2000). Control de *Varroa jacobsoni* mediante aplicaciones repetidas de ácido fórmico líquido. 23º Congreso Argentino de Producción Animal. Corrientes, Octubre. *Revista Argentina de Producción Animal*, Vol. 20. Sup. : 326.
7. Eguaras, M.; Del Hoyo, M.; Palacio, A., Ruffinengo, S. y Bedascarrasbure, E. (2001). A new product with formic acid for *Varroa jacobsoni*

- control. I Efficacy. Journal of Veterinary Medicine (Series B) 48, 11-14.
8. Eguaras, M.; Palacio, A.; Faverin, C.; Del Hoyo, M.; Velis, G. y Bedascarrasbure, E. (2003). Efficacy of formic acid in gel for varroa control: relationship between doses and position of the dispenser inside the colony. *Veterinary Parasitology* 111, 241-245.2003.
 9. ESPINOSA, L. y GUZMÁN, E. 2007. Red de Revista Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del ácaro varroa destructor de las abejas (*Apis mellifera* L.) En villa Guerrero, estado de México, México. *Veterinaria México*, Vol. 38, número 001.
 10. GONZÁLEZ, D. et al. 2005. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina versión on-line issn 1851-7471. Comparación de la eficacia del ácido fórmico y del fluvalinato, como métodos de control de varroa destructor (acari: varroidae) en colmenas de *apis mellifera* (hymenoptera: apidae), en Ñuble, centro sur de Chile. v.64 n.3 San Miguel de Tucumán.
 11. LLORETE, J. HIGES, M. SUAREZ, M. 1996. Tratamientos con productos naturales contra *Varroa jacobsoni*. Estudio comparativo de varios compuestos. (Timol, Mentol, Alcanfor). II Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Pamplona-Iruña.
 12. MANUAL DE PATOLOGÍA Apícola. 2011. <http://www.den.ufla.br/siteantigo/Professores/Alcides/Disciplinas/patologia%20apicola.pdf>.
 13. MARCANGELI, J et al. 2003. Revista de la sociedad Entomológica Argentina versión on-line issn 1851-7471. Eficacia Del Oxavar® Para

El Control Del Ácaro *Varroa Destructor* (Varroidae) En Colmenas De *Apis Mellifera* (Apidae). v.62 n.3-4 Mendoza.

14. MAY, W. et al. 2004. Control del ácaro varroa destructor con un gel a base de timol, en colonias de abejas africanizadas (*Apis mellifera* L.) Bajo condiciones de clima tropical en Yucatán, México. Memorias del XVII Seminario Americano de Apicultura y 7^a Expo-Apícola ; 2003 agosto 7-9 Aguascalientes México (DF) Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, 2003: 158-160.
15. MENDIZABAL, F. 2004. Abejas 1^a.ed, Argentina Buenos Aires, Edit. Albatros. (pp 191, 192,193).
16. MORENO, A. s.f. Manual Control de Enfermedades Apícolas (Descripción, Diagnóstico y Tratamiento). Red Nacional Apícola, Chile. 60p.
17. NANETTI, A. 2007. Revista Agro Sur Chile Versión ISSN 0304 880. Uso De Ácido Oxálico Y Otros Productos De Origen Natural Para El Control De Varroa, Pros Y Contras. Vol. 3 N° 1
18. ORANTES, J. 1996. ABEJAS EN PELIGRO: Diez años de varroasis en España. Revista QUERCUS, N° 130.
19. RUIZ, J. 2012 Control de la varroa con timol. Conferencia celebrada en las V Jornadas Técnicas de Apicultura de Córdoba.
20. SAGP y A .2012. Control De Varroa A Base De Ácido Fórmico.
21. SILVA, A. 2006 .Evaluación Del Ácido Oxálico Sobre *Varroa Destructor* Anderson y Trueman (Acari: Mesostigmata), Aplicado En Otoño Sobre Colonias De *Apis Mellifera* L (Hym: Apidae).

22. VANDAME, R. 2000. Control Alternativo de *Varroa* en Apicultura. <<http://www.geocities.com/sitioapicola/organica/remy/remyvandame.html>
23. <http://www.apinetla.com.ar/ar/sanidad/varroa.htm>, 2011. VARROASIS.
24. <http://es.wikipedia.org/wiki/Varroa>. 2011. Varroa.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza de incidencia de Varroasis destructor (*Varroa destructor*) y variables poblacionales de abejas pre-aplicación de los tratamientos.

a. CAIDA DE VARROAS/dm²- PRE APLICACIÓN TRATAMIENTO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	0.39217500			
Tratamiento	3	0.01842500	0.00614167	0.20	0.8963
Error	12	0.37375000	0.03114583		
	%CV	DS	MM		
	3.521713	0.176482	5.011250		
Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E	
A	5.0425	4	Testigo	0.09	
A	5.0325	4	Timol	0.09	
A	5.0150	4	A.oxalic		0.09
A	4.9550	4	A.formic	0.09	

b. INCIDENCIA DE VARROA PRE-APLICACIÓN TRATAMIENTO.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total		15	4.85750000		
Tratamiento	3	1.25250000	0.41750000	1.39	0.2935
Error	12	3.60500000	0.30041667		
	%CV	DS	MM		
	5.057465	0.548103	10.83750		
Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E	
A	11.2750	4	A.oxalic	0.27	
A	10.8250	4	Testigo	0.27	
A	10.7500	4	Timol	0.27	
A	10.5000	4	A.formic	0.27	

c. PESO INICIAL DE LAS COLMENNAS.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	2.89437500			
Tratamiento	3	0.63687500	0.21229167	1.13	0.3765
Error	12	2.25750000	0.18812500		
	%CV	DS	MM		
	4.281148	0.433734	10.13125		
Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E	
A	10.3750	4	Timol	0.22	
A	10.2500	4	Testigo	0.22	
A	10.0500	4	A.formic	0.22	
A	9.8500	4	A.oxalic	0.22	

d. RIDMO DE POSTURA INICAL DE LA REINA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	246093.7500			
Tratamiento	3	42968.75000	14322.91667	0.85	0.4948
Error	12	203125.0000	16927.0833		

%CV	DS	MM
9.570878	130.1041	1359.375

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	1437.50	4	Timol	65.05
A	1375.00	4	A.formic	65.05
A	1312.50	4	Testigo	65.05
A	1312.50	4	A.oxalic	65.05

e. POBLACION INICAL DE ABEJAS.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	0			
Tratamiento	3	0	0	.	.
Error	12		0		0

%CV	DS	MM
	0	0
		20000.00

Tukey	Media	N	Tratamiento
A	20000	4	A.formic
A	20000	4	A.oxalic
A	20000	4	Testigo
A	20000	4	Timol

Anexo 2. Análisis de varianza de eficiencia de tres alternativas para el control de Varroasis (*Varroa destructor*) pos-aplicación de los tratamientos.

a. CAIDA DE VARROAS/dm²- POST APLICACIÓN TRATAMIENTO

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	74.60494375			
Tratamiento	3	74.51906875	24.83968958	3471.05	<.0001
Error	12	0.08587500	0.00715625		

%CV DS MM
4.605355 0.084595 1.836875

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	5.53000	4	Testigo	0.04
B	1.08000	4	Timol	0.04
C	0.60000	4	A.oxalic	0.04
D	0.13750	4	A.formic	0.04

b. NCIDENCIA DE VARROA POS-APLICACIÓN TRATAMIENTO.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	262.1500000			
Tratamiento	3	261.0200000	87.0066667	923.96	<.0001
Error	12	1.1300000	0.0941667		

%CV DS MM
7.095165 0.306866 4.325000

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	10.9750	4	Testigo	0.15
B	4.0250	4	Timol	0.15
C	1.7750	4	A.oxalic	0.15
D	0.5250	4	A.formic	0.15

c. INCIDENCIA DE VARROA ETAPAS DE APLICACIÓN.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	243.5000000			
Tratamiento	3	243.0350000	81.0116667	2090.62	<.0001
Error	12	0.4650000	0.0387500		

%CV DS MM
4.423600 0.196850 4.450000

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	10.9000	4	Testigo	0.10
B	4.1750	4	Timol	0.10
C	1.4500	4	A.oxalic	0.10
C	1.2750	4	A.formic	0.10

d. EFICACIA DE LOS TRATAMIENTOS.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	21744.24000			
Tratamiento	3	21741.66500	7247.22167	33773.5	<.0001
Error	12	2.57500	0.21458		

%CV DS MM
0.764408 0.463231 60.60000

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	95.1000	4	A.formic	0.23
B	84.4250	4	A.oxalic	0.23
C	62.8750	4	Timol	0.23
D	0.0000	4	Testigo	0.23

e. PESOS FINAL DE LAS COLMENAS.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	54.21750000			
Tratamiento	3	51.80750000	17.26916667	85.99	<.0001
Error	12	2.41000000	0.20083333		

%CV DS MM
4.453608 0.448144 10.06250

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	12.1750	4	A.formic	0.22
A	11.4750	4	A.oxalic	0.22
B	8.6750	4	Testigo	0.22
B	7.9250	4	Timol	0.22

f. RIDMO DE POSTURA FINAL DE LA REINA.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	1464843.750			
Tratamiento	3	1105468.750	368489.583	12.30	0.0006
Error	12	359375.000	29947.917		

%CV DS MM
13.03000 173.0547 1328.125

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	1625.0	4	A.formic	86.53
A	1500.0	4	A.oxalic	86.53
B	1250.0	4	Testigo	86.53
B	937.5	4	Timol	86.53

g. POBLACIÓN FINAL DE ABEJAS.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	600000000.0			
Tratamiento	3	350000000.0	116666666.7	5.60	0.0123
Error	12	250000000.0	20833333.3		

%CV DS MM
22.82177 4564.355 20000.00

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	25000	4	A.formic	2282.18
A	22500	4	A.oxalic	2282.18
A	20000	4	Testigo	2282.18
B	12500	4	Timol	2282.18

h. MORTALIDAD DE ABEJA ADULTA

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	131.9293750			
Tratamiento	3	129.5468750	43.1822917	217.50	<.0001
Error	12	2.3825000	0.1985417		

%CV DS MM
4.241096 0.445580 10.50625

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	13.3750	4	A.oxalic	0.22
B	11.5750	4	Timol	0.22
B	11.3000	4	Testigo	0.22
C	5.7750	4	A.formic	0.22

i. MORTALIDAD DE CRIA.

Fuente de Variación	GL	SC	CM	F Cal	Pr > F
Total	15	63.41437500			
Tratamiento	3	63.14187500	21.04729167	926.85	<.0001
Error	12	0.27250000	0.02270833		

%CV DS MM
7.802866 0.150693 1.931250

Tukey	Media	N	Tratamiento	E.E
A	5.3250	4	Timol	0.08
B	1.1500	4	Testigo	0.08
B	0.9750	4	A.oxalic	0.08
C	0.2750	4	A.formic	0.08

Anexo 3. Porcentaje de incidencia de *Varroa destructor* en los tres apíarios de la provincia de Chimborazo.

Lugar	Numero abejas	Numero Varroas	% incidencia
Socorro	156	16	10,26
	178	12	6,74
	186	9	4,84
	148	15	10,14
	167	25	14,97
	189	19	10,05
	132	7	5,30
Nituiza	135	15	11,11
	148	6	4,05
	123	5	4,07
	167	7	4,19
	200	9	4,50
	149	8	5,37
	142	6	4,23
	163	7	4,29
	174	9	5,17
	189	10	5,29
Chambo	136	7	5,15
	147	18	12,2
	137	14	10,2
	128	13	10,2
	158	16	10,1
	198	21	10,6
	134	15	11,2
	174	18	10,3
	187	19	10,2
	222	16	7,2
	113	13	11,5
	164	17	10,4
	190	16	8,4
	154	17	11,0
	212	22	10,4
167	18	10,8	
186	27	14,5	

Anexo 4. Número de varroas caídas/día/colmenas y % de infestación pre-aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio.

Diagnóstico inicial												
Tratamiento	Código	Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Ácido fórmico	C4T1R1	70	69	64	66	66	67	2,45	3,7	185	19	10,27
	C7T1R2	71	68	72	66	73	70	2,92	4,2	170	18	10,59
	C10T1R3	73	69	74	76	73	73	2,55	3,5	145	16	11,03
	C15T1R4	65	69	64	65	67	66	2,00	3,0	198	20	10,10

		Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Ácido Oxálico	C1T2R1	73	72	68	75	75	73	2,9	4,0	135,0	16	11,9
	C5T2R2	73	70	69	70	71	71	1,5	2,1	130	15	11,5
	C9T2R3	69	65	66	68	64	66	2,1	3,1	103,0	11	10,7
	C14T2R4	72	73	68	66	69	70	2,9	4,1	127,0	14	11,0

		Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Timol	C2T3R1	75	74	72	69	73	73	2,3	3,2	155	18	11,6
	C6T3R2	70	66	69	70	67	68	1,8	2,7	166	17	10,2
	C8T3R3	73	73	70	68	68	70	2,5	3,6	128	14	10,9
	C12T3R4	72	72	69	66	65	69	3,3	4,8	145	15	10,3

		Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Testigo	C3TOR1	76	75	70	71	71	73	2,7	3,7	138	16	11,6
	C16TOR2	72	70	69	69	67	69	1,8	2,6	113	12	10,6
	C11T03	69	71	69	66	66	68	2,2	3,2	186	19	10,2
	C13TOR4	70	71	69	70	72	70	1,1	1,6	165	18	10,9

Anexo 5. Número de varroas caídas/dm²/día/colmenas pre- aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio

Tratamiento	Código	Varroa muertas/dm ² /día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Ácido fórmico	C4T1R1	5,0	5,0	4,6	4,7	4,7	4,81	0,176	3,7
	C7T1R2	5,1	4,9	5,2	4,7	5,2	5,03	0,209	4,2
	C10T1R3	5,2	5,0	5,3	5,5	5,2	5,24	0,183	3,5
	C15T1R4	4,7	5,0	4,6	4,7	4,8	4,74	0,144	3,0

		Varroa muertas/dm ² /día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Ácido Oxálico	C1T2R1	5,2	5,2	4,9	5,4	5,4	5,22	0,21	4,0
	C5T2R2	5,2	5,0	5,0	5,0	5,1	5,07	0,11	2,1
	C9T2R3	5,0	4,7	4,7	4,9	4,6	4,77	0,15	3,1
	C14T2R4	5,2	5,2	4,9	4,7	5,0	5,00	0,21	4,1

		Varroa muertas/dm ² / día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Timol	C2T3R1	5,39	5,32	5,17	4,96	5,24	5,22	0,17	3,2
	C6T3R2	5,03	4,74	4,96	5,03	4,81	4,91	0,13	2,7
	C8T3R3	5,24	5,24	5,03	4,89	4,89	5,06	0,18	3,6
	C12T3R4	5,17	5,17	4,96	4,74	4,67	4,94	0,23	4,8

		Varroa muertas/dm ² / día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Testigo	C3T0R1	5,46	5,39	5,03	5,10	5,10	5,22	0,19	3,7
	C16T0R2	5,17	5,03	4,96	4,96	4,81	4,99	0,13	2,6
	C11T03	4,96	5,10	4,96	4,74	4,74	4,90	0,16	3,2
	C13T0R4	5,03	5,10	4,96	5,03	5,17	5,06	0,08	1,6

Anexo 6. Número de varroas caídas/día/colmenas y % de infestación pos-aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio

Diagnóstico final												
Tratamiento	Código	Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Ácido fórmico	C4T1R1	2	2	2	2	2	2,0	0,0	0,0	193	1	0,52
	C7T1R2	2	2	1	2	2	1,8	0,4	24,8	194	1	0,52
	C10T1R3	2	2	2	2	2	2,0	0,0	0,0	179	1	0,56
	C15T1R4	2	2	2	2	2	2,0	0,0	0,0	213	1	0,47

		Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Ácido Oxálico	C1T2R1	9	10	9	9	9	9,2	0,4	4,9	107	2	1,87
	C5T2R2	8	7	8	8	8	7,8	0,4	5,7	116	2	1,72
	C9T2R3	9	8	8	8	8	8,2	0,4	5,5	302	5	1,66
	C14T2R4	8	9	8	8	8	8,2	0,4	5,5	225	4	1,78

		Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Timol	C2T3R1	17	16	16	15	16	16,0	0,7	4,4	141	6	4,26
	C6T3R2	16	15	15	14	15	15,0	0,7	4,7	128	5	3,91
	C8T3R3	15	14	16	15	15	15,0	0,7	4,7	147	6	4,08
	C12T3R4	13	15	14	14	14	14,0	0,7	5,1	106	4	3,77

		Varroa muertas/día								Método Solución Detergente		
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V	Número abejas	Varroas caídas	% infestación
Testigo	C3T0R1	78	82	79	79	81	79,8	1,6	2,1	161	19	11,80
	C16T0R2	76	76	79	71	74	75,2	2,9	3,9	149	16	10,74
	C11T03	74	76	78	75	74	75,4	1,7	2,2	173	18	10,40
	C13T0R4	76	78	77	79	78	77,6	1,1	1,5	180	20	11,11

Anexo 7. Número de varroas caídas/dm²/día/colmenas pos-aplicación de los tratamientos en las colmenas de estudio

Tratamiento	Código	Varroa muertas/dm ² /día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Ácido fórmico	C4T1R1	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,000	0,0
	C7T1R2	0,14	0,14	0,07	0,14	0,14	0,13	0,032	24,8
	C10T1R3	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,000	0,0
	C15T1R4	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,000	0,0

		Varroa muertas/dm ² /día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Ácido Oxálico	C1T2R1	0,65	0,72	0,65	0,65	0,65	0,66	0,032	4,9
	C5T2R2	0,57	0,50	0,57	0,57	0,57	0,56	0,032	5,7
	C9T2R3	0,65	0,57	0,57	0,57	0,57	0,59	0,032	5,5
	C14T2R4	0,57	0,65	0,57	0,57	0,57	0,59	0,032	5,5

		Varroa muertas/dm ² /día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Timol	C2T3R1	0,65	0,72	0,65	0,65	0,65	0,66	0,032	4,9
	C6T3R2	0,57	0,50	0,57	0,57	0,57	0,56	0,032	5,7
	C8T3R3	0,65	0,57	0,57	0,57	0,57	0,59	0,032	5,5
	C12T3R4	0,57	0,65	0,57	0,57	0,57	0,59	0,032	5,5

		Varroa muertas/dm ² /día							
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Promedio	Des. Esta.	C. V
Testigo	C3T0R1	5,60	5,89	5,68	5,68	5,82	5,73	0,12	2,1
	C16T0R2	5,46	5,46	5,68	5,10	5,32	5,40	0,21	3,9
	C11T03	5,32	5,46	5,60	5,39	5,32	5,42	0,12	2,2
	C13T0R4	5,46	5,60	5,53	5,68	5,60	5,57	0,08	1,5

Anexo 8 Porcentaje de incidencia intermedia a los 15 días aplicados los tratamientos en las colmenas de estudio.

Tratamiento	Código	N° de abejas	N° varroas	Incidencia
Ácido fórmico	C4T1R1	167	2	1,2
	C7T1R2	208	3	1,4
	C10T1R3	225	3	1,3
	C15T1R4	85	1	1,2
Ácido Oxálico	C1T2R1	156	3	1,9
	C5T2R2	223	3	1,3
	C9T2R3	168	2	1,2
	C14T2R4	215	3	1,4
Timol	C2T3R1	204	9	4,41
	C6T3R2	193	8	4,15
	C8T3R3	189	8	4,23
	C12T3R4	174	7	4,02
Testigo	C3T0R1	191	21	11,0
	C16T0R2	175	19	10,9
	C11T03	225	24	10,7
	C13T0R4	200	22	11,0

Anexo 9. Peso de partes de la colmena

Base	2,7	Kg
Alza completa + 10 marcos con cera extendida	7,6	kg
1/2 alza + 9 marcos con cera extendida	5	kg
Total	15,3	Kg

Anexo 10. Peso total de las colmenas pre y pos aplicación de los tratamientos

Tratamiento	Código	Peso con material de colmena		Peso sin material de colmena	
		Inicial	Final	Inicial	Final
Ácido fórmico	C4T1R1	25,5	28	10,2	12,7
	C7T1R2	25,2	27	9,9	11,7
	C10T1R3	24,9	28	9,6	12,7
	C15T1R4	25	26,9	9,7	11,6
Ácido Oxálico	C1T2R1	25,6	26,7	10,3	11,4
	C5T2R2	24,9	27	9,6	11,7
	C9T2R3	25	26,5	9,7	11,2
	C14T2R4	25,9	26,9	10,6	11,6
Timol	C2T3R1	25	23,8	9,7	8,5
	C6T3R2	26	23,4	10,7	8,1
	C8T3R3	25,7	22,8	10,4	7,5
	C12T3R4	26	22,9	10,7	7,6
Testigo	C3T0R1	24,9	23,5	9,6	8,2
	C16T0R2	25,5	23,9	10,2	8,6
	C11T03	26	24,5	10,7	9,2
	C13T0R4	25,8	24	10,5	8,7

Anexo 11. Ritmo de postura de la reina pre y pos aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Inicial							Final									
		% postura alza completa					Total panales cría operculada	Ritmo postura	% postura 1/2 alza			% postura alza completa					Total panales cría operculada	Ritmo postura
Ácido fórmico	C4T1R1	0,9	0,8	0,6	0,1	0,3	2,7	1500	0,38	0,4		0,9	0,5	0,7	0,1	0,2	3,13	1750
	C7T1R2	0,7	0,8	0,8	0,1	0,1	2,5	1250	0,2	0,1	0,05	0,9	0,8	0,7	0,15	0,1	3,00	1500
	C10T1R3	0,6	0,1	0,8	0,9	0,1	2,5	1250	0,25			0,3	0,7	0,7	0,3	0,8	3,05	1750
	C15T1R4	0,5	0,7	0,7	0,3	0,2	2,4	1250				0,2	0,2	0,8	0,9	0,7	2,80	1500

		Inicial							Final									
		% postura alza completa					Total panales cría operculada	Ritmo postura	% postura 1/2 alza			% postura alza completa					Total panales cría operculada	Ritmo postura
Ácido Oxálico	C1T2R1	0,9	0,8	0,8	0,1	0,15	2,75	1500				0,8	0,9	0,8	0,2	0,1	2,8	1500
	C5T2R2	0,7	0,8	0,8	0,2	0,15	2,6	1250				0,8	0,9	0,6	0,9	0,2	3,4	1750
	C9T2R3	0,9	0,7	0,7	0,2	0,1	2,6	1250				0,3	0,4	0,6	0,8	0,3	2,4	1250
	C14T2R4	0,8	0,9	0,8	0,3	0,1	2,9	1500				0,75	0,8	0,7	0,3	0,2	2,7	1500

		Inicial							Final									
		% postura alza completa					total panales cría operculada	Ritmo postura	% postura 1/2 alza			% postura alza completa					Total panales cría operculada	Ritmo postura
Timol	C2T3R1	0,7	0,8	0,5	0,3	0,2	2,5	1250				0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	2,20	1250
	C6T3R2	0,8	0,9	0,6	0,3	0,2	2,8	1500				0,6	0,5	0,4	0,2	0,2	1,90	1000
	C8T3R3	0,7	0,3	0,2	0,8	0,8	2,8	1500				0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	1,50	750
	C12T3R4	0,4	0,8	0,9	0,3	0,4	2,8	1500				0,3	0,4	0,5	0,1	0,1	1,40	750

		Inicial						Final										
		% postura alza completa					Total panales cría operculada	Ritmo postura	% postura 1/2 alza			% postura alza completa				Total panales cría operculada	Ritmo postura	
Testigo	C3T0R1	0,8	0,7	0,6	0,3	0,2	2,6	1250				0,7	0,8	0,5	0,4	0,1	2,50	1250
	C16T0R2	0,3	0,7	0,7	0,6	0,3	2,6	1250				0,8	0,8	0,4	0,3	0,1	2,40	1250
	C11T03	0,8	0,5	0,5	0,4	0,2	2,4	1250				0,6	0,7	0,5	0,3	0,2	2,30	1250
	C13T0R4	0,4	0,6	0,7	0,7	0,3	2,7	1500				0,2	0,8	0,5	0,7	0,2	2,40	1250

Resumen de ritmo de postura de la reina

Tratamiento	Código	Ritmo Inicial	Ritmo final
Ácido fórmico	C4T1R1	1500	1750
	C7T1R2	1250	1500
	C10T1R3	1250	1750
	C15T1R4	1250	1500
Ácido Oxálico	C1T2R1	1500	1500
	C5T2R2	1250	1750
	C9T2R3	1250	1250
	C14T2R4	1500	1500
Timol	C2T3R1	1250	1250
	C6T3R2	1500	1000
	C8T3R3	1500	750
	C12T3R4	1500	750
Testigo	C3T0R1	1250	1250
	C16T0R2	1250	1250
	C11T03	1250	1250
	C13T0R4	1500	1250

Anexo 12. Población de abejas pre y pos aplicación de los tratamientos.

Tratamiento	Código	Inicial						Final					
		N° marcos operculados	Ritmo Postura	N° Cría Operculada	Peso Cría Operculada	Población abeja	Peso Abejas	N° marcos operculados	Ritmo Postura	N° Cría Operculada	Peso Cría Operculada	Población abeja	Peso Abeja
Ácido fórmico	C4T1R1	2,7	1500	15309	1,64	20000	2,25	3,13	1750	17719	1,90	30000	3,38
	C7T1R2	2,5	1250	14175	1,52	20000	2,25	3,00	1500	17010	1,83	20000	2,25
	C10T1R3	2,5	1250	14175	1,52	20000	2,25	3,05	1750	17294	1,86	30000	3,38
	C15T1R4	2,4	1250	13608	1,46	20000	2,25	2,80	1500	15876	1,70	20000	2,25
Ácido Oxálico	C1T2R1	2,75	1500	15593	1,67	20000	2,25	2,8	1500	15876	1,70	20000	2,25
	C5T2R2	2,6	1250	14742	1,58	20000	2,25	3,4	1750	19278	2,07	30000	3,38
	C9T2R3	2,6	1250	14742	1,58	20000	2,25	2,4	1250	13608	1,46	20000	2,25
	C14T2R4	2,9	1500	16443	1,76	20000	2,25	2,7	1500	15309	1,64	20000	2,25
Timol	C2T3R1	2,5	1250	14175	1,52	20000	2,25	2,20	1250	12474	1,34	20000	2,25
	C6T3R2	2,8	1500	15876	1,70	20000	2,25	1,90	1000	10773	1,16	10000	1,13
	C8T3R3	2,8	1500	15876	1,70	20000	2,25	1,50	750	8505	0,91	10000	1,13
	C12T3R4	2,8	1500	15876	1,70	20000	2,25	1,40	750	7938	0,85	10000	1,13
Testigo	C3T0R1	2,6	1250	14742	1,58	20000	2,25	2,50	1250	14175	1,52	20000	2,25
	C16T0R2	2,6	1250	14742	1,58	20000	2,25	2,40	1250	13608	1,46	20000	2,25
	C11T03	2,4	1250	13608	1,46	20000	2,25	2,30	1250	13041	1,40	20000	2,25
	C13T0R4	2,7	1500	15309	1,64	20000	2,25	2,40	1250	13608	1,46	20000	2,25

Anexo 13. Mortalidad de abejas adultas/día durante las aplicaciones de los tratamientos

Producto	Código	DÍA																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ácido Fórmico	C4T1R1	35	13	6	7	5	5	3	5	5	3	3	4	3	4	5	6	5	5	5	3	2	3	2	5	3	3	2	3	3	5
	C7T1R2	35	23	15	4	9	8	9	2	10	2	10	3	2	2	2	3	4	2	2	2	2	3	4	5	3	2	3	4	3	3
	C10T1R3	39	24	10	5	4	5	6	2	4	4	2	7	5	5	2	3	11	2	3	2	3	5	4	2	3	2	4	2	3	1
	C15T1R4	30	15	8	8	5	7	4	4	6	2	7	3	6	7	5	4	3	5	5	8	5	6	3	4	2	4	3	3	3	1
Ácido Oxálico	C1T2R1	94	8	1	8	17	8	9	3	17	7	9	3	12	4	5	6														
	C5T2R2	87	11	7	9	24	8	3	5	22	4	6	8	12	6	3	4														
	C9T2R3	96	9	12	9	7	4	4	3	25	7	10	5	1	4	5	10														
	C14T2R4	89	12	4	5	17	5	9	8	23	3	2	7	12	6	5	7														
Timol	C2T3R1	25	15	18	13	14	12	17	15	12	7	8	14	4	4	6	7														
	C6T3R2	10	4	11	16	9	15	10	12	10	9	16	13	17	12	7	13														
	C8T3R3	15	9	15	16	12	14	10	7	9	7	9	13	7	9	9	14														
	C12T3R4	13	11	12	13	12	12	11	14	12	13	12	13	12	12	11	9														
Testigo	C3T0R1	12	10	12	7	8	10	10	12	11	10	13	12	10	10	10	13														
	C16T0R2	10	12	10	10	10	13	12	10	11	12	12	13	10	12	10	8														
	C11T03	14	12	9	7	12	18	13	10	8	13	17	9	12	11	10	15														
	C13T0R4	12	13	12	9	9	12	9	12	16	15	9	12	11	14	12	11														

CUADRO RESUMEN MORTALIDAD ABEJAS

Tratamiento	Repeticiones				Promedio	Des. Est.	C.V%
	1	2	3	4			
Ácido Fórmico	5,4	6,0	5,8	5,9	5,8	0,28	4,927
Ácido oxálico	13,2	13,7	13,2	13,4	13,4	0,24	1,766
Timol	11,9	11,5	10,9	12,0	11,6	0,49	4,233
Testigo	10,6	10,9	11,9	11,8	11,3	0,61	5,409

Anexo 14 Mortalidad de crías/día durante las aplicaciones de los tratamientos

		MORTALIDAD CRIA ABEJA																													
Producto	Código	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Ácido Fórmico	C4T1R1	0	0	13	0	5	2	0	0	0	6	0	0	0		0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
	C7T1R2	0	0	6	4	7	3	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	C10T1R3	0	4	9	6	0	0	6	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0
	C15T1R4	0	5	2	4	0	0	1	0	2	10	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Ácido Oxálico	C1T2R1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C5T2R2	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C9T2R3	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C14T2R4	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Timol	C2T3R1	6	28	43	0	0	0	0	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C6T3R2	9	29	45	0	0	0	0	0	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C8T3R3	27	15	16	1	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	C12T3R4	28	20	5	1	1	1	6	0	14	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Testigo	C3T0R1	1	2	3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	0	0														
	C16T0R2	1	2	1		0	0	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1														
	C11T03	1	1	2	1	1	0	2	1	1	0	1	3	1	2	0	2														
	C13T0R4	0	2	1	2	3	0	0	2	2	0	1	0	2	0	0	2														
CUADRO RESUMEN MORTALIDAD CRIA ABEJAS																															
Tratamiento	Repeticiones				Promedio	Des.Est.	C.V%																								
	1	2	3	4																											
Ácido Fórmico	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,06	22,5																								
Ácido oxálico	1,0	0,9	1,0	1,0	1,0	0,1	5,1																								
Timol	5,3	5,7	5,3	5,0	5,3	0,3	5,3																								
Testigo	1,1	1,2	1,2	1,1	1,1	0,1	6,7																								

Anexo 15. Costos de tecnología de los tratamientos

Costo tratamiento Ácido Fórmico/ colmena				
Tratamiento	Cantidad/tratamiento	Unidad	Aplicaciones	Costo
Ácido Fórmico	240	ml	2	\$ 0,86
Goma Espuma	400	cm2	2	\$ 0,53
Fundas polietileno	2	Unidad	2	\$ 0,40
Guantes	1	Unidad		\$ 0,38
Mascarilla	1	Unidad		\$ 0,13
Transporte	40	km	2	\$ 2,00
Mano de obra	4	horas	2	\$ 3,89
			Total	\$ 8,19

Costo tratamiento Ácido Oxálico/ colmena				
Tratamiento	Cantidad/tratamiento	Unidad	Aplicaciones	Costo
Ácido Oxálico	5	g	4	\$ 0,05
Azúcar	50	g	4	\$ 0,25
Agua purificada	50	ml	4	\$ 0,06
Guantes	1	Unidad		\$ 0,38
Mascarilla	1	Unidad		\$ 0,13
Embace	1	Unidad		\$ 0,31
Jeringuilla	1	50cc		\$ 0,25
Transporte	40	km	4	\$ 4,00
Mano de obra	4	horas	4	\$ 7,78
			Total	\$ 13,20

Costo tratamiento Timol/ colmena				
Tratamiento	Cantidad/tratamiento	Unidad	Aplicaciones	Costo
Timol	10	g	2	\$ 11,65
Aceite oliva	17	ml	2	\$ 0,45
Oasis	20	cm2	2	\$ 0,08
Guantes	1	Unidad		\$ 0,38
Mascarilla	1	Unidad		\$ 0,13
Fundas Polietileno	1	Unidad	2	\$ 0,20
Jeringuilla	1	20cc	2	\$ 0,13
Transporte	40	km	2	\$ 2,00
Mano de obra	4	horas	2	\$ 3,89
			Total	\$ 18,89

Costo testigo/colmena				
Tratamiento	Cantidad/aplicación	Unidad	Visitas	Costo
Transporte	40	Km	2	\$ 2,00
Mano de obra	4	horas	2	\$ 3,89
			Total	\$ 5,89