



1859

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

## AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

### CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

#### TITULO:

ELABORACION DE UN ACARICIDA NATURAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*) PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa jacobsoni oudemans*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCION DE MIEL EN EL BARRIO LANDANGUI DE LA PARROQUIA MALACATOS DEL CANTON LOJA.

Tesis de grado previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista.

#### AUTOR:

Máximo Bolívar Balcázar Chamba.

#### DIRECTOR:

Dr. Rolando Sísalima Jara Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2015-2016



## CERTIFICACIÓN

Dr. Rolando Sisalima Jara Mg. Sc.

**DIRECTOR DE TESIS**

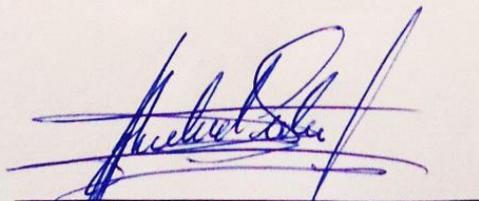
### CERTIFICA:

Que el presente trabajo de investigación titulado, “**ELABORACIÓN DE UN ACARICIDA NATURAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*) PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa jacobsoni oudemans*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL EN EL BARRIO LANDANGUI DE LA PARROQUIA MALACATOS DEL CANTÓN LOJA**”, realizado por el egresado, Máximo Bolívar Balcázar Chamba, previa a la obtención del título de Médico Veterinario Zootecnista, ha concluido dentro del cronograma aprobado y autorizo se continúe con el trámite de graduación

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Loja, 14 de Julio de 2016.

Atentamente,



Dr. Rolando Sisalima Jara Mg. Sc.

**DIRECTOR**

## CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

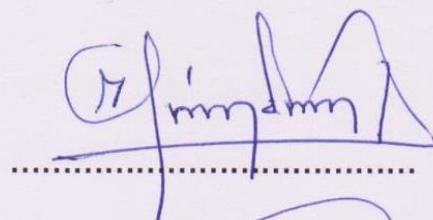
Que la Tesis titulada “ELABORACIÓN DE UN ACARICIDA NATURAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*) PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa jacobsoni oudemans*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL EN EL BARRIO LANDANGUI DE LA PARROQUIA MALACATOS DEL CANTÓN LOJA”, de autoria del señor **Máximo Boliivar Balcázar Chamba**, previa a la obtención del título de: **MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**, ha incorporado las observaciones realizadas por el tribunal en el momento de la calificación. Por lo que se autoriza la impresión del trabajo y continuar con los trámites de graduación.

Loja, 29 de Agosto de 2016.

### APROBADA:

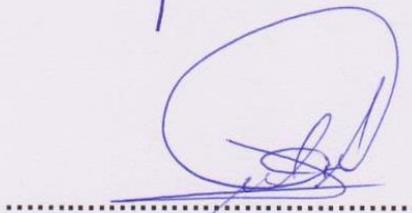
Dr. Julio Ignacio Gomèz Orbes Esp.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



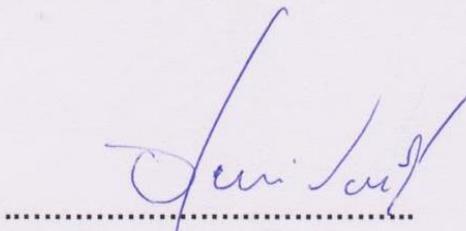
Dr. Teddy Manuel Maza Tandazo Mg. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila Mg. Sc.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



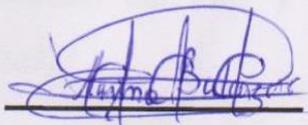
## AUTORÍA.

Yo, Máximo Bolívar Balcázar Chamba, declaro ser el autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

**Autor:** Máximo Bolívar Balcázar Chamba

**Firma:**



**Cedula:** 1104724065

**Fecha:** Julio 05 del 2016

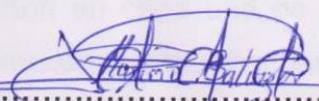
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO.**

Yo, **Máximo Bolívar Balcázar Chamba**, declaro ser autor de la tesis titulada **“ELABORACIÓN DE UN ACARICIDA NATURAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*) PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa jacobsoni oudemans*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL EN EL BARRIO LANDANGUI DE LA PARROQUIA MALACATOS DEL CANTÓN DE LOJA”**, como requisito para optar al grado de **Médico Veterinario Zootecnista**, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI en la redes de Información del País y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los doce días del mes de octubre del dos mil dieciséis firma el autor.

Firma: 

**Autor:** Máximo Bolívar Balcázar Chamba.  
**Cedula:** 1104724065.  
**Dirección:** Macará, Barrio Juan Montalvo.  
**Correo electrónico:** maxi.acuario@hotmail.com  
**Celular:** 0968274708.

**DATOS COMPLEMENTARIOS**

**Director de Tesis:** Dr. Rolando Sisalima Jara Mg. Sc.  
**(Presidente):** Dr. Julio Ignacio Gómez Orbes Esp.  
**(Vocal):** Dr. Teddy Manuel Maza Tandazo Mg. Sc.  
**(Vocal):** Dr. Wilmer Augusto Vacacela Ajila Mg. Sc.

## **AGRADECIMIENTO.**

Con la culminación del presente trabajo investigativo, he podido cumplir con uno de mis objetivos planteados a lo largo de mi vida estudiantil, que es ser Médico Veterinario Zootecnista para orgullo de mi familia y para servir de mejor manera a la sociedad.

Quiero de manera muy especial agradecer primeramente a mi Padre Celestial, ya que sin la bendición de Él nada de esto hubiese sido posible, en segundo lugar a mi madre Inés Celina Chamba, por dar su mayor sacrificio porque todo me salga bien, a mi Padre Carlos Balcázar por saber guiarme por el camino del bien con buenos valores para formarme como persona y como profesional, a mi querido hermano Carlos Andrés Balcázar que gracias a Él me motivé aún más para sacar esta profesión adelante y demostrarle que todo en la vida se gana con esfuerzo y sacrificio, a mis demás hermanos, tíos, abuelos, sobrinos y a todos quienes de una u otra forma me apoyaron en todo momento.

También quiero agradecer de manera infinita a mi querida Universidad Nacional de Loja, por formarme como profesional, a todos los Docentes de la Carrera de Medicina Veterinaria y Zootécnica, quienes con sus sabios conocimientos que me impartieron en cada una de las aulas, me guiaron a lo largo de mi formación académica de una manera desinteresada.

Agradezco al Doctor Rolando Sisalima Jara Mg. Sc. Director y Asesor de mi trabajo de investigación, quien con sus experiencias y conocimientos me apoyó desde el inicio hasta la finalización de mi Tesis.

*Máximo Bolívar Balcázar Chamba*

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios que es el único que guía mi vida llenando de bendiciones y de salud, le doy gracias por regalarme la mejor familia.

A mis Padres, ejemplo de honor y trabajo, quienes me inculcaron la importancia del aprendizaje y que con sus sabios consejos supieron guiarme por el camino del bien.

A mis Queridos hermanos Verónica, Luis, Nimia y Carlos que han sido parte esencial para mi formación académica y que yo llegue a estas instancias.

A mis adorables abuelos, tíos, sobrinos, primos y cuñados, que de una u otra forma me apoyaron.

A mi Mujer y mis hijas que también son un pilar fundamental en mi vida, todos mis logros se los dedico con mucho amor.

A todos mis docentes por haberme impartido sus sabios conocimientos que me serán útiles en mi vida profesional.

A todos mis amigos, compañeros de aula, conocidos, que fueron parte de mi vida universitaria, que hicieron que yo pueda plasmar este sueño. A todos ellos va dedicado de todo corazón.

*Máximo Bolívar Balcázar Chamba*

# ÍNDICE GENERAL

Contenidos	Pág.
PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DIRECTOR DE TESIS.....	ii
CERTIFICACIÓN TRIBUNAL DE GRADO.....	iii
AUTORÍA.....	iv
CARTA DE AUTORIZACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvii
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT.....	xx
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. ANTECEDENTES HISTÒRICOS.....	3
2.1.1. Historia de las Abejas en el Ecuador.....	3
2.1.2. Descripción Zoológica.....	5
2.2. HABITANTES DE LA COLMENA.....	5
2.2.1. Las Obreras.....	5
2.2.1.1. Las responsabilidades de las abejas.....	7
2.2.2. El Zángano.....	8
2.2.3. La Reina.....	9
2.3. CONSIDERACIÓN BIOLÓGICA GENERAL DE LAS ABEJAS...	10

2.4.	PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	11
2.5.	VARROASIS ( <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> ).....	13
2.5.1.	Origen y Distribución.....	13
2.5.2.	Etiología.....	14
2.5.3.	Epizootiología.....	15
2.5.4.	Patogenia.....	16
2.6.	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE VARROA JACOBSONI OUDEMANS.....	16
a)	Placa esternal.....	17
b)	Placa génitoventral.....	17
c)	Placa anal.....	17
d)	Placa endopodal.....	17
e)	Placa metapodal.....	18
f)	Placa marginal.....	18
g)	Peritema.....	18
h)	Aparato bucal.....	18
i)	Órganos respiratorios.....	18
j)	Poros genitales.....	19
k)	Patas.....	19
2.6.1.	Ciclo Biológico.....	19
a)	Entrada de las Varroas madres en la cría.....	21
b)	Postura de la Varroa madre.....	21
c)	Salida y diseminación de Varroa.....	25
d)	Nivel de la población.....	26
2.6.2.	Daños Económicos y Ambientales.....	27
2.6.3.	Cuadro Clínico.....	28
2.7.	DIAGNÓSTICO.....	30
2.7.1.	Diagnóstico en la Cría.....	31
a)	Método cartulina.....	31

b)	Método de charola.....	31
2.7.2.	Diagnóstico en las Abejas Adultas (Prueba de David De Jong).....	32
2.7.3.	Diagnóstico de Piso.....	33
2.8.	DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL.....	34
2.9.	TRATAMIENTO.....	35
2.9.1.	Días de Tratamiento.....	36
2.10.	PREVENCIÓN Y CONTROL.....	36
2.11.	MÉTODOS DE DEFENSA SANITARIA DE LA COLONIA.....	37
a)	Mecanismos de resistencia de la abeja.....	37
b)	Mecanismos de resistencia de la colonia.....	37
2.12.	MÉTODOS DE CONTROL.....	38
2.12.1.	Control Químico.....	39
2.13.	MORBILIDAD.....	39
2.14.	MORTALIDAD.....	40
2.15.	DESCRIPCION DE LA PLANTA DE RUDA ( <i>Ruta graveolens</i> ).....	41
2.15.1.	Nombres Comunes.....	42
2.15.2.	Propiedades de Uso Medicinal.....	42
a)	Homeopatía:.....	42
b)	Indicaciones académicas:.....	43
c)	La ruda elimina los piojos y la sarna:.....	44
2.15.3.	Componentes.....	44
2.16.	TRABAJOS SIMILARES.....	45
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>47</b>
3.1.	MATERIALES.....	47
3.1.1.	Materiales de Campo.....	47
3.1.2.	Materiales de Laboratorio.....	48
3.1.3.	Materiales de Oficina.....	49
3.2.	MÉTODOILOGIA.....	50
3.2.1.	Ubicación del Área de Estudio.....	50
3.2.2.	Descripción de las Unidades Experimentales.....	51

a)	Conformación de grupos.....	51
3.2.3.	Descripción de los Tratamientos.....	52
a)	Tratamientos 1.....	52
b)	Tratamientos 2.....	52
3.3.	OBTENCION DEL ACEITE ESENCIAL DE LA RUDA (Ruta graveolens).....	52
3.3.1.	Recolección de la Materia Prima.....	52
3.3.2.	Tratamiento Pos-cosecha de las Hojas (Materia Prima).....	53
3.3.3.	Secado de la Hoja.....	53
3.3.4.	Extracción del Aceite Esencial.....	53
3.3.5.	Envasado y Almacenado del Aceite Esencial.....	55
3.3.6.	Variables en Estudio.....	56
3.3.6.1.	Toma y registro de datos.....	56
a)	Efectividad por aplicación.....	58
b)	Concentración adecuada para la eliminación de la Varroa (%)......	58
c)	Toxicidad del producto.....	58
d)	Producción de miel.....	58
3.3.7.	Diseño Experimental.....	59
3.3.8.	Manejo del Apiario.....	59
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>60</b>
4.1.	PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE VARROA JACOBSONI OUDEMANS DESTRUCTOR EN LA COLMENAS AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN.....	60
4.2.	PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD POR APLICACIÓN.....	61
4.2.1.	Porcentaje de efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Primera Aplicación.....	61
4.2.2.	Porcentaje de Efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Segunda Aplicación.....	63
4.2.3.	Porcentaje de Efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Tercera Aplicación.....	64

4.2.4.	Porcentaje de Efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Cuarta Aplicación.....	66
4.3.	CONCENTRACIÓN ADECUADA DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA, PARA LA ELIMINACION DE VARROA JACOBSONI OUDEMANS EN LAS COLMENAS ESTUDIADAS.....	68
4.4.	PORCENTAJE DE TOXICIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA.....	69
4.5.	PRODUCCION DE MIEL.....	70
4.5.1.	Producción de Miel en la Primera Cosecha.....	70
4.5.2.	Producción de Miel en la Segunda Cosecha.....	71
4.6.	RENTABILIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE <i>RUTA GRAVEOLENS</i> .....	73
<b>5.</b>	<b>DISCUSION.....</b>	<b>75</b>
5.1.	PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE VARROA JACOBSONI OUDEMANS EN LAS COLMENAS AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN.....	75
5.2.	PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA ( <i>Ruta graveolens</i> ).....	76
5.3.	CONCENTRACIÓN ADECUADA DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA, PARA LA ELIMINACION DE LA VARROASIS ( <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> ) EN LAS COLMENAS ESTUDIADAS.....	77
5.4.	PORCENTAJE DE TOXICIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA.....	77
5.5.	PRODUCCIÓN DE MIEL.....	78
5.6.	RENTEBILIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE RUTA GRAVEOLENS.....	79
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>81</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>82</b>
<b>8.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>83</b>
<b>9.</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadros:</b>		<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b>	Descripción zoológica de las abejas.....	5
<b>Cuadro 2.</b>	Estadios de las castas de abejas.....	10
<b>Cuadro 3.</b>	Enfermedades que afectan a las abejas según su estado de desarrollo.....	12
<b>Cuadro 4.</b>	Clasificación taxonómica de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> .....	14
<b>Cuadro 5.</b>	Clasificación científica de la ruda.....	42
<b>Cuadro 6.</b>	Esquema del experimento.....	50
<b>Cuadro 7.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> al inicio de la investigación en ambos tratamientos.....	60
<b>Cuadro 8.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la primera aplicación del producto para los dos tratamientos.....	61
<b>Cuadro 9.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la segunda aplicación del producto para los dos tratamientos.....	63
<b>Cuadro 10.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la tercera aplicación del producto para los dos tratamientos.....	64
<b>Cuadro 11.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la cuarta aplicación del producto para los dos tratamientos.....	66
<b>Cuadro 12.</b>	Concentración adecuada del Aceite esencial de la ruda, para la eliminación de la <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> en las colmenas	68
<b>Cuadro 13.</b>	Producción de miel en libras en la primera cosecha en los dos tratamientos.....	70
<b>Cuadro 14.</b>	Producción de miel en libras en la segunda cosecha en los dos tratamientos.....	71
<b>Cuadro 15.</b>	Costos parciales por colmena, por tratamiento de varroasis en los dos tratamientos con aceite esencial de <i>Ruta graveolens</i> ; comparados con otro producto sistémico (Amitraz).....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras:	Pág.
<b>Figura 1.</b> Tres tipos de abejas en una colmena: Izquierda: obrera, Centro: Reina, Derecha: Zángano.....	9
<b>Figura 2.</b> Agrupación de algunos signos comunes para varias enfermedades de abejas adultas y cría.....	11
<b>Figura 3.</b> Vista de Varroa Hembra (Izquierda), Vista de Varroa Macho (Derecha).....	17
<b>Figura 4.</b> Esquema de una hembra adulta en vista ventral (a la izquierda) y dorsal (arriba), y de un macho (abajo) de Varroa.....	19
<b>Figura 5.</b> Ciclo de vida del Acaro Varroa.....	20
<b>Figura 6.</b> <i>Varroa jacobsoni oudermans</i> en fase la forética.....	20
<b>Figura 7.</b> Proceso de entrada de la madre Varroa en la celda.....	24
<b>Figura 8.</b> Sincronización del ciclo de desarrollo de Varroa con el ciclo de desarrollo de la abeja.....	26
<b>Figura 9.</b> Diagnóstico de Varroosis.....	30
<b>Figura 10.</b> Diagnóstico diferencial ente <i>Braula Coeca</i> y <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> .....	34
<b>Figura 11.</b> Mortalidad causada por <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> .....	40
<b>Figura 12.</b> Planta de ruda.....	41
<b>Figura 13.</b> Equipo de destilación por arrastre con vapor para la extracción del aceite esencial de la ruda.....	50
<b>Figura 14.</b> Mapa satelital del Barrio Landangui de la Parroquia Malacatos..	55
<b>Figura 15.</b> Infestación inicial de los dos apiarios con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> .....	61

<b>Figura 16.</b>	Reducción de Infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de la primera aplicación.....	62
<b>Figura 17.</b>	Reducción de Infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de la segunda aplicación.....	64
<b>Figura 18.</b>	Reducción de Infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de la tercera aplicación.....	65
<b>Figura 19.</b>	Reducción de Infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de la cuarta aplicación.....	67
<b>Figura 20.</b>	Concentración adecuada de Aceite esencial de ruda ( <i>Ruta graveolens</i> ).....	69
<b>Figura 21.</b>	Produccion de miel en libras de la cosecha N° 1 en los dos tratamientos.....	71
<b>Figura 22.</b>	Produccion de miel en libras de la cosecha N° 2 en los dos tratamientos.....	72

## ÍNDICE DE ANEXOS.

<b>Anexos:</b>		<b>Pág.</b>
<b>Anexo 1.</b>	Deformaciones causadas por <i>Varroa</i> a las abejas melíferas.....	90
<b>Anexo 2.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> al inicio de la investigación en ambos tratamientos.....	91
<b>Anexo 3.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la primera aplicación del producto para los dos tratamientos.....	93
<b>Anexo 4.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la segunda aplicación del producto para los dos tratamientos.....	96
<b>Anexo 5.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la tercera aplicación del producto para los dos tratamientos.....	98
<b>Anexo 6.</b>	Porcentaje de infestación de <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> a la cuarta aplicación del producto para los dos tratamientos.....	101
<b>Anexo 7.</b>	Concentración adecuada del Aceite esencial de ruda.....	104
<b>Anexo 8.</b>	Producción de miel en libras en la primera cosecha en los dos tratamientos.....	107
<b>Anexo 9.</b>	Producción de miel en libras en la segunda cosecha en los dos tratamientos.....	109
<b>Anexo 10.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena uno del T1.....	112
<b>Anexo 11.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena dos del T1.....	113
<b>Anexo 12.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena tres del T1.....	114
<b>Anexo 13.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena cuatro del T1.....	115

<b>Anexo 14.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena cinco del T1.....	116
<b>Anexo 15.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena uno del T2.....	117
<b>Anexo 16.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena dos del T2.....	118
<b>Anexo 17.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena tres del T2.....	119
<b>Anexo 18.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena cuatro del T2.....	120
<b>Anexo 19.</b>	Representación gráfica de los porcentajes de infestación con <i>Varroa jacobsoni oudemans</i> después de cada muestreo en la colmena cinco del T2.....	121
<b>Anexo 20.</b>	Ubicación e identificación de las colmenas (izquierda); preparación del jarabe de azúcar para alimentar las abejas (derecha).....	122
<b>Anexo 21.</b>	Colocación del jarabe de azúcar en los alimentadores de cada colmena (izquierda); toma de la muestra para calcular el porcentaje de infestación de Varroas (derecha).....	123
<b>Anexo 22.</b>	Conteo de las Varroas después de cada muestreo (izquierda); planta de ruda antes de ser cortada para el estudio (derecha).....	123
<b>Anexo 23.</b>	Colocación del dispositivo en el centro de la base de la colmena (izquierda); aplicación de la dosis del producto en el dispositivo de malla (derecha).....	124
<b>Anexo 24.</b>	Toma de datos a los quince días de haber aplicado el producto..	124

## **TITULO**

“ELABORACIÓN DE UN ACARICIDA NATURAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*) PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa jacobsoni oudemans*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL EN EL BARRIO LANDANGUI DE LA PARROQUIA MALACATOS DEL CANTÓN LOJA”

## RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el control alternativo de la Varroasis que es una enfermedad muy peligrosa de las abejas, la cual inmuno deprime y puede causar la muerte de las colmenas provocando importantes pérdidas económicas. En este estudio se valoraron dos tratamientos para Varroa al (40% y 50%) de concentración de aceite esencial de *Ruta graveolens* en diez colmenas divididas en dos grupos experimentales, cada colmena representa una unidad experimental, mismo que se realizó en el periodo comprendido de Mayo a Septiembre del 2015. El análisis se realizó en tres fases: la primera para reforzar la alimentación en todas las colmenas logrando homogenizar la población, la segunda para determinar el porcentaje de infestación en los dos apiarios, y en la tercera se analizaron los resultados obtenidos al final de la investigación para determinar qué tratamiento tenía mayor efectividad. El porcentaje de infestación al inicio de la investigación en abejas adultas fue del 14,10% en promedio de los dos grupos experimentales. La mayor efectividad del Aceite esencial de ruda la obtuvo el tratamiento dos con un 79,77%, el tratamiento uno obtuvo el 59,42% de efectividad. De los resultados obtenidos, las dos últimas aplicaciones son altamente significativas y las dos primeras no mostraron diferencia significativa a la prueba de Duncan. En conclusión, en el tratamiento de varroasis se debe realizar un protocolo sanitario según la época del año y el porcentaje de infestación. La rentabilidad del aceite esencial de *Ruta graveolens*, es favorable para los apicultores de la zona, a pesar de ser costoso el tratamiento, pero es eficaz, inocuo y no afecta al medio ambiente y a los productos de la colmena. Además se lo puede aplicar en cualquier época del año.

**Palabras Clave:** Colmena, Aceite esencial, Alimento, Varroa, Repeticiones.

## **ABSTRACT**

In this paper the alternative control of Varroa which is a very dangerous disease of bees, which depresses immune and can cause death of hives causing significant economic losses were evaluated. In this study two treatments for varroa at (40% and 50%) concentration of essential oil of *Ruta graveolens* in ten beehives divided into two experimental groups, each hive represents an experimental unit, which was conducted in the period of titrated May to September 2015. the analysis was conducted in three phases: first to strengthen food in all hives achieving homogenize the population, the second to determine the percentage of infestation in the two apiaries, and the third the results were analyzed obtained at the end of the investigation to determine what treatment was more effective. The percentage of infestation at the start of research on adult bees was 14.10% on average of the two experimental groups. The greater effectiveness of essential oil obtained rough treatment the two with a 79.77%, treating one obtained 59.42% effectiveness. From the results obtained, the last two applications are highly significant and the first two showed no significant difference Duncan test. In conclusion, varroa treatment must be made a health protocol according to the time of year and the percentage of infestation. The profitability of *Ruta graveolens* essential oil is favorable for beekeepers in the area, despite being expensive treatment, but it is effective, harmless and does not affect the environment and to the products of the hive. In addition it can be applied at any time of year.

**Keywords:** Beehive, Essential Oil, Food, Varroa, Reps.

## 1. INTRODUCCIÓN

No hay organismo que carezca de parásitos, y ésta es una regla básica de la biología. Las abejas no se libran de ella y hay una infinidad de agentes patógenos, parásitos y enemigos que pueden causar graves daños a éstas, reduciendo los rendimientos de las colmenas y hasta en algunos casos provocar la pérdida de éstas debido a ataques severos.

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, la ectoparasitosis causada por el ácaro *Varroa jacobsoni oudemans* 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 como consecuencia principal, el descenso en la polinización del medio natural agrícola, 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, dicha plaga es estimada como la más dañina para las abejas en nuestro país y podría acabar con la apicultura de no ser combatida con eficiencia (Sagarpa, 2008).

Para contrarrestar estos efectos nocivos se está propiciando el uso de sustancias naturales para el control de esta parasitosis, es el caso de los aceites esenciales como: el timol, mentol, eucalipto, ortiga y en este caso se utilizó el aceite esencial

de ruda. Estos productos tienen un bajo o nulo efecto sobre la colonia de abejas, aun no se ha probado que puedan provocar resistencia sobre Varroa. Por otra parte son considerados como herramientas factibles de ser usados en una apicultura orgánica o ecológica.

En esta investigación se comprobó la efectividad del aceite esencial de la ruda como acaricida natural sobre la Varroasis; ya que el ácaro *Varroa Jacobsoni* es uno de los causantes de la baja de producción de miel en la mayoría de los apiarios de Loja y del país que enfrentan los apicultores hoy en día.

La idea de esta investigación es de proporcionar un mayor número de alternativas en los tratamientos frente a la Varroasis, para ello se empleó un acaricida natural con la finalidad de disminuir la contaminación de residuos tóxicos en la miel, así mismo se busca garantizar una buena salud de las abejas y de las personas al consumir el producto final (miel).

En el presente trabajo de investigación se plantearon los siguientes objetivos:

- ✓ Realizar el diagnóstico para determinar la presencia e incidencia de *Varroa Jacobsoni oudemans* en un apiario del Barrio Landanguí de la Parroquia Malacatos del Cantón Loja.
- ✓ Aplicar y evaluar la eficacia del aceite esencial de ruda en sus diferentes porcentajes en colmenas infestadas con *Varroa Jacobsoni oudemans* (T1: 40% y T2: 50%).
- ✓ Determinar si el producto es o no rentable para los apicultores del Cantón Loja.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. ANTECEDENTES HISTORICOS

Las abejas son casi tan antiguas como el hombre o tal vez algo más, ya que se ha establecido que su aparición en la tierra data del período terciario, hace aproximadamente sesenta millones de años. El hombre consume su miel desde hace por lo menos 20.000 años; durante milenios, la humanidad no ha tenido a su disposición otra sustancia edulcorante natural más que la miel; el azúcar recién aparecería en el siglo XV.

Los monumentos de la cultura antigua que llegaron hasta nuestros días nos permiten suponer que ya el hombre primitivo andaba a la caza de la miel. Como testimonio admirable de esto, podemos citar la pintura rupestre descubierta en España, en una cueva cerca de Valencia. Se refiere a la edad de piedra y representa a un hombre rodeado de abejas en el momento de extraer miel de un panal.

Esto prueba que las abejas producían la miel mucho antes de que el hombre apareciera sobre la tierra y como uno de los primeros alimentos, la misma ha sido valorada a través de sucesivas generaciones; en la actualidad, su popularidad se ha incrementado.

En el antiguo Egipto, son numerosos los dibujos alusivos a las abejas y sus productos. En las tumbas de Luxor (entre 3550 y 1450 A.C.), por ejemplo, se muestra la extracción de miel usando humo y su posterior envasado; temas similares se encuentran también en las paredes de piedra del Templo del Sol de Neuserre (Egipto, 2400 A.C.) representando a un apicultor en sus tareas con panales en las colmenas y el llenado de ánforas (Root, A 2003).

### 2.1.1. Historia de las Abejas en el Ecuador

Varios tratados mencionan que hasta los años 1600 en Ecuador y en América solo eran conocidas las especies nativas sin aguijón, tales como las abejas Melíponas y Trígonas.

La colonización español atrajo consigo también la mezcla de nuestras abejas nativas con las europeas; sin embargo, este cruce duró hasta 1957, donde se produjo un cruce accidental con una raza africana, por lo que tenemos en nuestro medio un insecto híbrido.

De acuerdo a reportes obtenidos oficialmente, se menciona el ingreso de 51 reinas africanas, las cuales fueron introducidas a Brasil (**48 de Pretoria, 1 de Tabora, y 2 del Cabo**), de las cuales fueron seleccionadas solo 26 y transferidas al huerto de Canaqua (municipio de Río Clara, Sao Paulo) para ser analizadas. En 1957, un apicultor, que no estaba al tanto de la investigación, retira las rejillas excluidora sabiendo que las abejas perdían el polen al ingresar a la colmena, cuando los investigadores se percataron de lo ocurrido sería demasiado tarde pues la gran mayoría de ellas ya enjambraron; desde entonces, éstas se multiplicaron y se mezclaron por todo el continente, ya que las condiciones medio ambientales resultaron muy favorables para la expansión de la abeja africana.

En Ecuador, las abejas que actualmente cultivamos podríamos considerarlas **híbridas**, entre las abejas italianas, alemanas y africanas; sin embargo, por los rasgos genéticos agresivos que heredaron de las africanas son mal denominadas "Abejas Asesinas".

Las excepcionales condiciones climáticas con que cuenta nuestro país hacen que la apicultura tenga excelentes oportunidades para ser explotada a gran escala, a diferencia de los países de cuatro estaciones (Juvenal, I 1982).

### 2.1.2. Descripción Zoológica

En la escala zoológica, la abeja se ubica dentro de la siguiente clasificación:

**Cuadro 1.-** Descripción Zoológica de las abejas.

<b>Reino</b>	Animal
<b>Rama</b>	Artrópoda
<b>Clase</b>	Insecto
<b>Orden</b>	Himenóptera
<b>Suborden</b>	Apocrido
<b>Súperfamilia</b>	Apoidea
<b>Familia</b>	Apidae
<b>Subfamilia</b>	Apinae
<b>Tribu</b>	Apini
<b>Genero</b>	Apis
<b>Especie</b>	Mellifera

Fuente: Dadant, et al (1975).

## 2.2. HABITANTES DE LA COLMENA

### 2.2.1. Las Obreras

Las abejas obreras son las más numerosas y las más conocidas. Se las ve ocupadas durante el verano todos los días soleados recogiendo néctar y polen y almacenándolas en celdas de cera que ellas construyen, misma que es segregada por unas celdas y glándulas que se encuentran debajo de su cuerpo. Crían a las jóvenes, alimentándolas esmeradamente, al principio con una secreción glandular lechosa y más tarde, con una mezcla de miel y polen.

También recogen agua de lugares húmedos y raspan propóleos de las yemas de los árboles, para usarlo en reforzar el panal y taponar las grietas de las paredes de la colmena.

Las obreras son rápidas y directas en su vuelo y pueden acarrear cargas sorprendentemente pesadas.

Su cabeza está provista de fuertes mandíbulas, un par de ojos grandes compuestos y tres ojos simples, que les proporcionan un amplio campo de visibilidad; antenas sensitivas, que son los órganos del tacto y probablemente, sobre todo, una lengua de las más asombrosas que se encuentran en la naturaleza, la cual las capacita para recoger líquidos de densidad variada.

La lengua puede actuar como una cuchara para chupar gotas pequeñas o bien como una bomba para extraer rápidamente grandes cantidades de agua. Esta lengua es la puerta de entrada al canal de alimentación o tubo digestivo que conduce a una bolsa dilatada, correspondiente al estómago de los animales rumiantes; la miel almacenada en él, pueden regurgitarla y depositarla en las celdas del panal, o bien pasarla al verdadero estómago.

El tórax tiene dos pares de alas membranosas que pueden conectarse en vuelo o desconectarse para plegarse sobre el cuerpo cuando el insecto entra en las celdas. Poseen tres pares de patas provistas de ganchitos por medio de los cuales se unen unas a otras o se cuelgan de casi cualquier superficie. Las patas disponen de peines y cepillos para quitar de los pelos del cuerpo el polen recogido. Lo más sorprendente de todo son las "corbículas" o depósitos para el polen, situados en sus patas posteriores, en los cuales las abejas cargan el polen y lo llevan a la colmena (Gómez, P 2007).

En la parte inferior del abdomen se hallan las bolsas para la cera, de las cuales es segregada la cera en pequeñas escamas, que quitan con las patas y emplean en la construcción del panal. En la extremidad del abdomen se encuentra el aguijón, un instrumento extremadamente fino, duro y penetrante, accionado por un juego de músculos poderosos y conectados con una bolsa que contiene veneno.

No son menos notables las numerosas glándulas que tienen en diferentes partes del cuerpo, cada una de las cuales produce su propia secreción especial: desde la cera para la construcción del panal hasta la "jalea real" empleada para alimentar a las abejas reinas.

La duración máxima de vida de una abeja obrera depende de la estación del año. Las que fueron incubadas en la primavera o verano se agotan rápidamente, debido a su incesante actividad y en promedio, no viven más de seis semanas, mientras que las obreras criadas en otoño, viven durante todo el invierno en un estado de semiletargo y comienzan a efectuar el trabajo de la colmena en los primeros días de la primavera (Polaino, C 2007).

Las Obreras son hembras que no se desarrollaron para la reproducción; en casos especiales, cuando falta una reina, consigue poner huevos pero, al no ser fecundados, nacerán solamente zánganos.

Ellas tienen órganos que no se encuentran en la reina ni en los zánganos, que les permiten realizar las tareas para mantener viva la colonia; también efectúan trabajos afuera de la colmena, los que realizan instintivamente de acuerdo a su edad y al desarrollo glandular. En una colmena normal habrá desde varios miles hasta más de 60.000 obreras.

#### **2.2.1.1. Las responsabilidades de las abejas**

La abeja obrera reparte sus responsabilidades a lo largo de su vida cotidiana de la siguiente manera:

Del **2do.** al **3er día.**- Limpia los panales de la colmena, dando calor a los huevos y larva.

Del **4to.** al **12vo día.**- Prepara y cuida de la alimentación de las larvas, en este periodo se les llama abejas nodrizas, también producen la jalea real o caldo.

Del **13vo.** al **18vo día.**- En este período produce cera y construye panales; es responsable de la crianza de una nueva reina, a través de la construcción de la celda real llamada realera.

Del **19vo** al **20vo día.**- Defiende la colonia apostándose a la entrada de la colmena, no permitiendo la entrada de insectos extraños o abejas de otra colonia.

Del **21vo** al **42vo día.**- Recolecta en el campo néctar, polen, agua y propóleos para cubrir las necesidades de la colonia.

La duración de vida de la obrera depende de la cantidad de trabajo que realiza. En época de cosecha, debido al exceso de labores, vive solo seis semanas; inactiva, como es en las zonas frías, puede vivir hasta seis meses por la hibernación (Medellin, R et al. (2013).

### **2.2.2. El Zángano**

Los zánganos o abejas machos se distinguen fácilmente por su mayor tamaño, por sus cuerpos fuertes y velludos y por la magnitud de sus ojos. No tienen ninguno de los complejos órganos de las obreras ni tampoco recogen néctar o polen, sino que viven del alimento almacenado por las obreras y permanecen en la colmena, excepto durante la mayoría de los días soleados. Luego emprenden cortos vuelos de orientación, volando de una parte a otra y produciendo un fuerte zumbido bastante diferente de las activas obreras.

Su misión principal es la de fecundar a las reinas. Los zánganos son capaces de volar largas distancias y se cree que en ocasiones se alejan de la colmena hasta varios kilómetros, ya que las reinas se aparean a menudo en lugares donde parece no haber zánganos. Una vez apareados, el zángano muere, rompiéndose sus órganos genitales y reteniéndolos la reina.

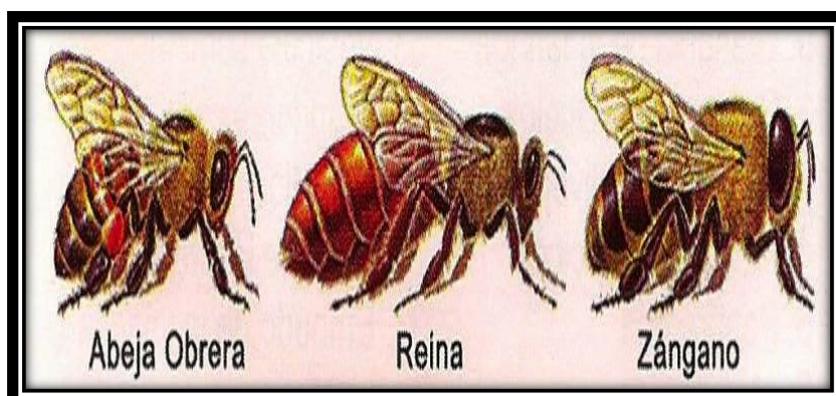
Los zánganos no tienen aguijón y por lo tanto, no pueden defenderse contra las obreras, que los expulsan incesantemente de la colmena cuando escasea el alimento almacenado.

### 2.2.3. La Reina

Si bien una abeja reina es la mayor ocupante de la colmena, su tamaño voluminoso consiste solamente en el abdomen notablemente agrandado, el cual contiene un par de ovarios que tienen miles de huevecillos en diversas etapas de desarrollo. Carece de todos los instrumentos idóneos para construir panales o para recoger néctar o polen. Se ha comprobado que los apareamientos múltiples son normales y que puede aparearse hasta con nueve zánganos, bien sea en su primer vuelo de apareamiento o en otros sucesivos.

El esperma que recibe en un solo apareamiento rara vez es suficiente para llenar su espermateca. El esperma se conserva vivo en su espermateca y fecunda los huevecillos a medida que éstos maduran.

En condiciones normales, una reina puede vivir cinco o más años, pero después de la segunda o tercera temporada, su postura de huevecillos disminuye rápidamente; en ocasiones las obreras la destituyen y colocan otra nueva reina en su lugar, antes que llegue esta etapa (Polaino, C 2007).



**Figura 1.** Integrantes de una colmena: Izquierda: Obrera, Centro: Reina, Derecha: Zángano.

**Fuente:** La Chachipedia, (2004)

**Cuadro 2.** Estadios de las castas de abejas.

ESTADOS DE DESARROLLO	DURACIÓN DE LOS ESTADIOS		
	Reina	Obrera	Zángano
	Días		
Huevo	3	3	3
Estado larval	5 ½	6	6½
Estado pupal	7½	12	14½
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>21</b>	<b>24</b>

Fuente: La Chachipedia, (2004).

### 2.3. CONSIDERACIONES BIOLÓGICAS GENERALES DE LAS ABEJAS.

La abeja *Apis mellifera*, productora de miel, es reconocida como un insecto muy valioso desde el punto de vista económico. Esto se debe, en parte, a que produce miel y cera, pero la principal utilidad de la abeja es su papel en la polinización de los cultivos de frutas, hortalizas y vegetales forrajeros, así como plantas no cultivadas que impiden la erosión del suelo. La reina es la única hembra fértil de la comunidad y, por tanto, la madre de todos los zánganos, obreras y futuras reinas.

Su capacidad para poner huevos es asombrosa: la producción diaria puede superar los 1.500 huevos, cuyo peso total es superior al peso del cuerpo de la reina. Su alimento es casi exclusivamente una secreción, llamada jalea real, que producen las glándulas hipo faríngeas de las abejas obreras.

La reina y sus obreras actúan como un equipo por el buen funcionamiento de la colonia en su conjunto. La reina puede determinar el sexo de su descendencia. Cuando un huevo pasa por el tracto genital, puede o no ser fecundado con el esperma que contiene la espermoteca. El huevo fecundado se transforma en una abeja hembra, ya sea obrera o reina, y el huevo no fecundado en una abeja macho o zángano. Los huevos, introducidos cada uno en una celda, eclosionan al cabo de tres días.

Las larvas son alimentadas con jalea real durante los dos días siguientes y después con polen y néctar o miel. Después de diferentes cambios morfológicos que sufre la abeja, como son el desarrollo de los ojos, por medio de diversos cambios de colores, o el desarrollo de las patas, al final, el cuerpo adquirirá la dureza de su cutícula o piel. Al cabo de 21 días de desarrollo en la celda, (desde el estadio de huevo) emergerá una abeja adulta con todas condiciones necesarias para ayudar en el buen funcionamiento de la colonia.

## 2.4. PRINCIPALES PLAGAS Y ENFERMEDADES

Las enfermedades de las abejas pueden ser de origen bacteriano (Loque Americana, Loque Europea y Septicemia), viral (Cría sacciforme y Parálisis), producidas por hongos (Ascosferosis), de etiología nutricional como la Disentería y las más dañinas, las que son causadas por parásitos como Nosemosis, Amebiasis, Acaropisosis, Galleriosis, Braulosis y Varroasis. Este último se considera es el problema sanitario número uno a nivel mundial (Guzmán, N 2007).



**Figura 2.** Agrupación de algunos signos comunes para varias enfermedades de abejas adultas y cría.

**Fuente:** Universidad de Montpellier II, (2009)

**Cuadro 3.** Enfermedades que afectan a las abejas según su estado de desarrollo.

<b>Enfermedades que afectan a la cría</b>					
<b>Enfermedad</b>	<b>Agente Causal.</b>	<b>Nombre C.</b>	<b>Vía de infección</b>	<b>Estadios</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Loque* europea</b>	Bacteria	Melissococcus Pluton W Bacillus alvei	Alimentación Equipó apícola.	Larva joven sin opercular	Muerte de larvas de 4-5 días Cría salteada
<b>Loque*americana</b>	Bacteria	Paenibacillus larvae Larvae Withe	Alimentación Panales contaminados	Larvas operculadas Ninfas jóvenes	Muerte de larvas operculadas
<b>Cría ensacada</b>	Virus	SBV	Material contaminado	Larvas operculadas	Muerte de larvas a los 4 días de selladas
<b>Enfermedades que afectan a la abeja adulta</b>					
<b>Enfermedad</b>	<b>Agente Causal.</b>	<b>Nombre C.</b>	<b>Vía de infección</b>	<b>Estadios</b>	<b>Síntomas</b>
<b>Nosemosis</b>	Protozoo	Nosemaapis Zander	Ingestión de esporas	Aparto digestivo	Diarrea Muerte
<b>Amebiasis</b>	Protozoo	Malpighamoeb Mellificae Prell	Ingestión de esporas	Tubos de Malpighi	Diarrea
<b>Parálisis</b>	Virus	CBPV crónica	Ingestión de polen fermentado	Partes bucales salientes	Temblor de alas y cuerpo
<b>Enfermedades que afectan a ambos estadios</b>					
<b>Varroasis*</b>	Ácaro	Varroa destructor Anderson &Trueman	Abejas, material contaminado	Adultos y larvas	Muerte de adultos y larvas

\*Enfermedad de Denuncia obligatoria ante el Servicio Agrícola y Ganadero.

**Fuente:** Moreno, A (2008).

## 2.5. VARROASIS (*Varroa jacobsoni oudemans*)

### 2.5.1. Origen y Distribución

Se 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.

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.

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.

La abeja melífera quedó parasitada por *Varroa jacobsoni*, ácaro que en pocas décadas ha colonizado prácticamente 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.

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 (Orantes, J 1996).

### 2.5.2. Etiología

Esta parasitosis es producida por la infestación a la colmena de Varroa, la que presenta la siguiente clasificación taxonómica:

**Cuadro 4.** Clasificación taxonómica de *Varroa jacobsoni oudemans*.

<b>Tipo:</b>	Artrópoda
<b>Clase:</b>	Arácnida
<b>Orden:</b>	Acarina
<b>Suborden:</b>	Mesogstigmata
<b>Familia:</b>	Dermanisidae
<b>Subfamilia:</b>	Varroidae
<b>Género:</b>	<i>Varroa</i>
<b>Especie:</b>	<i>V. destructor</i>

**Fuente:** Moncada, A (2004).

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 (Patología Apícola .Universidad Federal de Lavras, 2011).

### 2.5.3. Epizootiología

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 o 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 (Wikipedia, 2011).

La Varroasis es una parasitosis externa que afecta a las abejas, causada por el ácaro *Varroa jacobsoni oudemans*, que causa alta mortalidad en las colonias, siendo una enfermedad de declaración obligatoria Llorente, M (1990). El ácaro fue señalado por primera vez por E. Jacobson en 1904, en la Isla de Java del archipiélago Indonésico y descrito y clasificado por el Holandés A. C. Oudemans, recibiendo por lo anterior el nombre de *Varroa jacobsoni oudemans* (Yáñez, R 2004).

En el año 2000, mediante un estudio de ADN realizado por Anderson y Trueman citado por Polaino, C (2007), se demostró que el ácaro *Varroa jacobsoni oudemans* es un complejo de parásitos formado por más de dos especies, incluidas en una nueva clasificación restringida a abejas del género *Apis cerana* en la región de Malasia e Indonesia.

Este parásito es identificado originalmente como huésped natural de la abeja asiática *Apis cerana* con la cual vive en equilibrio, ya que ésta es capaz de detectar a los parásitos introducidos en la celdas y sobre las abejas, eliminándolos Yáñez, R (2004), ocasionándola muerte a Varroa por acicalamiento hasta en 90% y en ocasiones, en pleno vuelo hasta en un 99.6% Casanova, O y Sierra, (2008), ya que cuando *Apis cerana* se puede quitar el parásito, baila y atrae un gran número de abejas para que las retiren de su cuerpo.

A este comportamiento se le conoce como auto desparasitación o acicalamiento Grooming o despiojamiento, el que se considera ha evolucionado por el largo tiempo de asociación con el parásito (Correa, B y Guzmán, 1996).

Hasta 1950, solo había *Varroa* en *Apis cerana*. Al introducir abejas europeas a Japón y el sureste de Asia, ocurrió el contagio Moncada, A (2004); para 1958, logró infestar a las abejas del género *Apis mellifera*, introducidas a Asia; Además, la importación de abejas legales e ilegales, ocasionó que esta parasitosis se dispersara por Europa en los años 70's y por África y América, eliminando a las colonias europeas silvestres que fueron reemplazadas por colonias africanizadas (Vandame, R 2009).

#### **2.5.4. Patogenia**

La *Varroa* se alimenta tanto de las abejas adultas como de la cría, pero se puede reproducir solo en cría operculada, causando graves daños y pudiendo causar la transmisión de enfermedades virales y bacterianas. Dependiendo el tipo de daño que ocasiona *Varroa* sobre la colonia de abejas pueden clasificarse en dos grupos: de acción directa o indirecta (Rosales, C 2007).

#### **2.6. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE VARROA JACOBSONI**

Las hembras tienen un cuerpo ovalado de color café rojizo, más ancho que largo, dorsalmente presenta un escudo quitinoso que cubre la mayor parte de su cuerpo con numerosas sedas, mide 0.87 a 1.27 mm de largo y 1.13 a 1.93 mm de ancho. Los machos tienen un cuerpo más pequeño que el de las hembras, son de color blanquecino, miden de 0.75 a 0.86 mm de largo por 0.64 a 0.87 mm de ancho. Al igual que la hembra, dorsalmente está cubierto por un escudo que cubre la mayor parte de su cuerpo y numerosas sedas.



**Figura 3.** (Izquierda) Vista de varroa Hembra, (Derecha) Vista de varroa Macho.

**Fuente:** Moncada, A (2004).

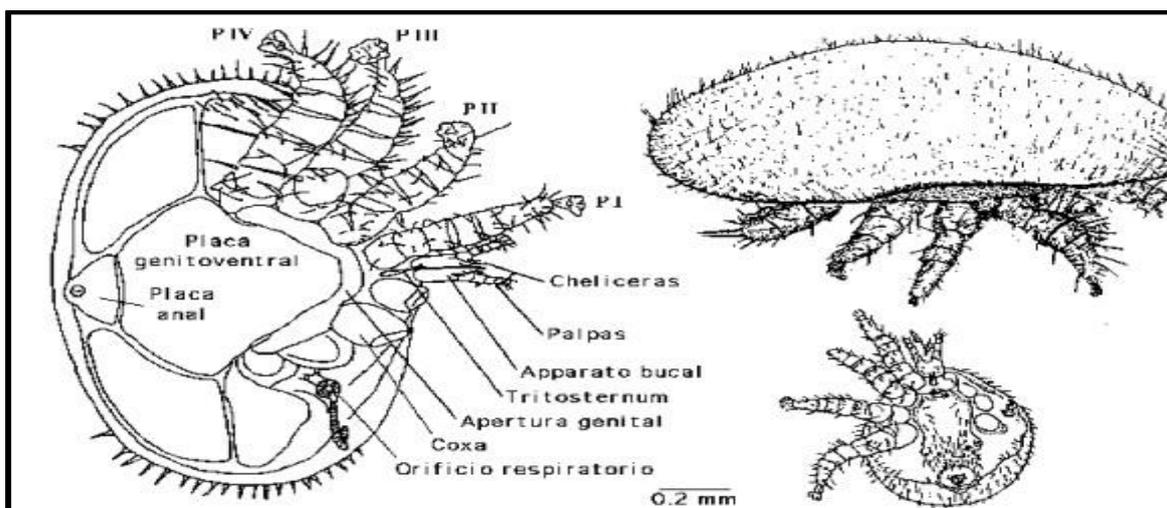
El cuerpo de la varroa se compone de las siguientes partes:

- a) Placa external.-** Es un medio escudo de tejido esclerotizado, con pelos organizados simétricamente y con 4 poros situados a cada lado de la placa. En la hembra se localizan sobre la placa génitoventral y sólo se pueden observar disecando las patas.
- b) Placa génitoventral.-** La hembra presenta el escudo genital de mayor tamaño que el del macho y de forma menor definida, de proyección lateral profunda y angular con numerosas sedas. Mide de 0.32 a 0.64 mm de largo por 0.42 a 0.81 mm de ancho; el macho presenta un escudo génitoventral largo con proyección profundas simulando una cintura; mide de 0.10 mm de largo con un ancho muy irregular.
- c) Placa anal.-** En la hembra es un escudo triangular con vértice dirigido al extremo posterior, con tres sedas preanales, distribuidas una al lado derecho, una a su izquierda y una al centro.
- d) Placa endopodal.-** En la hembra es un escudo de forma triangular con vértices romos, uno de ellos dirigido al extremo anterior del cuerpo y el otro hacia la parte externa del mismo. El vértice interno es más alargado y agudo y

se localiza directamente en la parte posterior de la coxa de la cuarta pata. Presenta 7 sedas en la región externa de la placa derecha y 8 sedas en la placa izquierda. En el macho no está determinada.

- e) **Placa metapodal.-** La hembra muestra un escudo alargado de forma triangular invertida, con los tres vértices romos y la base situada en la región ecuatorial del cuerpo, está cubierta con numerosas sedas y presenta 22 sedas más largas en los márgenes externos de cada escudo. El macho no presenta esta placa.
- f) **Placa marginal.-** El cuerpo de la hembra presenta de 21 a 24 sedas distribuidas lateralmente desde el nivel de la coxa de la tercera pata, hasta el inicio del tercer tercio de la placa metapodal; esta placa carece de sedas en la parte central en dirección de la placa anal. En el macho se presenta a partir de la cuarta pata y es de distribución continua, presentando 18 sedas en forma de espinas.
- g) **Peritema.-** Está localizado en la hembra en la región ventral, es sub medio y su base se encuentra a un lado de la coxa de la tercera pata y se dirige a la placa marginal sin salirse más allá de ella.
- h) **Aparato bucal.-** Los palpos de las hembras presentan numerosas sedas; el palpo derecho mide de 0.045 a 0.16 mm de largo y el palpo izquierdo mide de 0.051 a 0.19 mm de largo. La forma alargada y terminada en punta de los quelíceros es similar en las hembras y en las protoninfas; en el macho presenta forma de tubo en su parte distal.
- i) **Órganos respiratorios.-** Los espiráculos se encuentran localizados hacia la región interna de la base de cada placa meta podal; en el macho no se observan.

- j) **Poros genitales.**- El orificio genital se localiza a la altura de la tercera y cuarta pata, anterior a la placa génito ventral.
- k) **Patas.**- Tanto en la hembra como en el macho están constituidas por 6 segmentos: coxa, trocánter, rodilla, fémur, tibia y tarso. Presentan numerosas sedas largas y puntiagudas. El tarso tiene forma de copa con la parte terminal a manera de ventosa (Aguirre, L et al 2001).



**Figura 4.** Esquema de una hembra adulta en vista ventral (a la izquierda) y dorsal (arriba), y de un macho (abajo) de varroa.

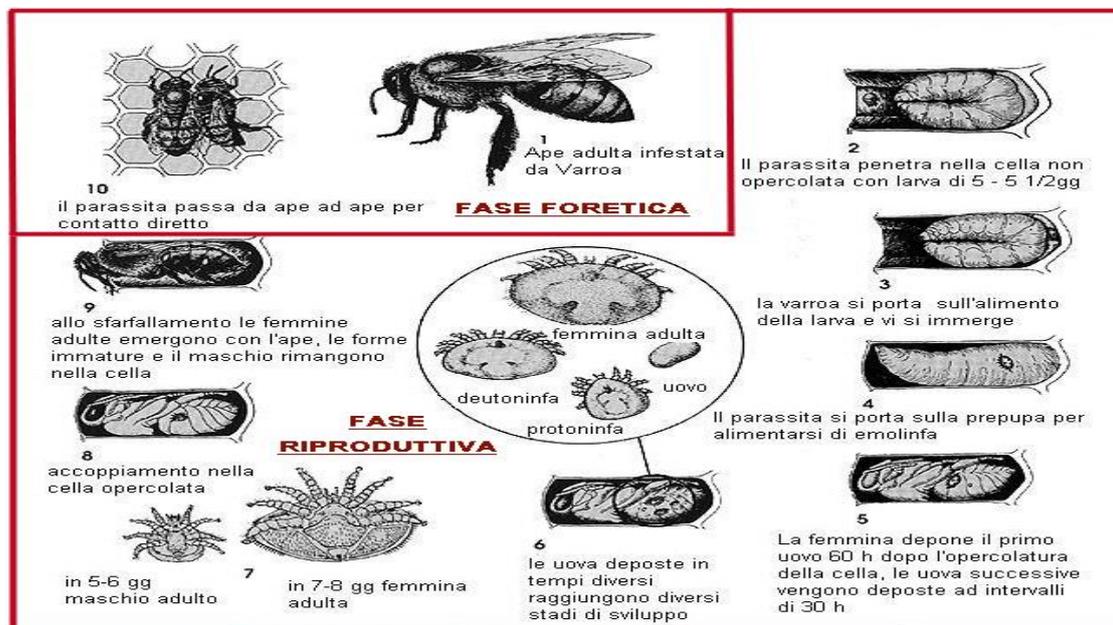
**Fuente:** Moncada, A (2004).

### 2.6.1. Ciclo Biológico

El ciclo inicia cuando la hembra de Varroa finaliza la fase en que vive sobre las abejas, conocida como fase forética, la que tiene una duración de 4-14 días cuando hay cría o varios meses en ausencia de esta Calatayud, B (2008). Durante este periodo, la Varroa se alimenta 12 veces por semana (Mobus y Bruyn, 1999).

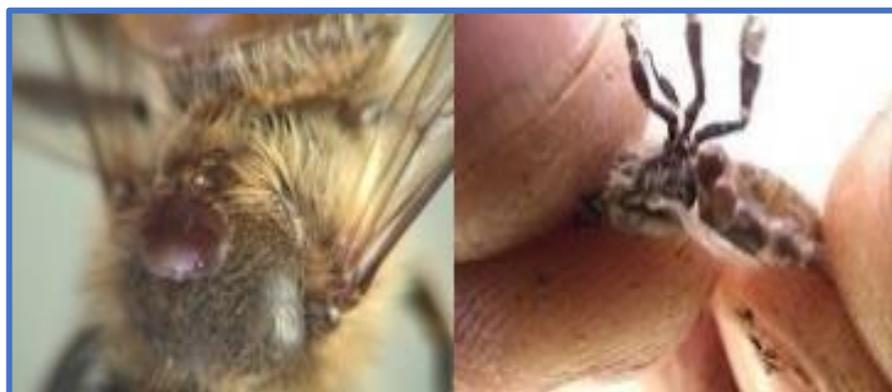
En abejas adultas, la varroa se encuentra en el abdomen por debajo de los escleritos, sostenida por las membranas íter segmentales usando sus extremidades y partes bucales para sostenerse, ubicándose en invierno en la parte ventral de la abeja y en verano en el dorso (Moncada, A 2004).

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 (Vandame, R 2009).



**Figura 5.** Ciclo de vida del ácaro varroa.

**Fuente:** BiosCambio Forum, (2013).



**Figura 6.** *Varroa jacobsoni* en Fase Forética.

**Fuente:** BiosCambio Forum, (2013).

La varroa, durante la fase forética vive 2-3 meses en verano y 4-6 meses en invierno. En ausencia de abejas, la vida de la Varroa depende de la humedad y la temperatura externa; con temperaturas de 13-25°C y humedad de 65-70% vive 7 días dentro de la colmena; fuera de la colmena, su vida depende de la humedad

ambiental, viviendo 9 días a 28°C con humedad de 85% y solo 24 horas a 35°C con humedad de 50%, permitiendo este factor su contagio por materiales (Moncada, A 2004).

#### **a) Entrada de las varroas madres en la cría**

La transferencia de la fase forética a la reproductiva no está totalmente conocida pero probablemente se deba a la atracción 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 atracción de la cría. Y factores mecánicos ciertamente tienen una importancia en la atracción. 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 en la infestación; estos elementos podrían explicar en parte la infestación más elevada de la cría de zánganos.

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 todas a larvas llegadas al quinto estadio de desarrollo larval, o estadio L5 (Vandame, R 2009).

La Varroa deja la fase forética, 15-20 horas pre operculado en obreras y 40-50 horas pre operculado en zánganos, o a un peso de la larva de 100 mg en el caso de la obrera y 200 mg en el caso del zángano (Medina y Guzmán, 2011).

#### **b) Postura de la varroa madre**

Uno de los mecanismos usados por la varroa madre para la postura y posterior descendencia está íntimamente relacionado con la acumulación fecal que

produce la varroa cuando la abeja entra en un estadio preninja inmóvil, ya que durante la metamorfosis los movimientos de la abeja tienden a alejar la varroa madre de la AF (acumulación fecal), pero ella siempre logra regresar, lo que le permite no alejarse de la zona posterior de la celda, donde tiene que estar para poner sus huevos (Vandame, R 2009).

Cuando la abeja termina de tejer su capullo y entra en estadio preninja inmóvil, la varroa produce una acumulación fecal en un extremo de la celda Gómez, P (2007), que le servirá posteriormente como sitio de reproducción al adoptar la pupa una posición definida, momento en el cual la hembra de Varroa comienza la postura (Calatayud, B 2008).

Otra teoría sugiere que la preferencia de Varroa por abejas nodrizas viene de una fuente distinta a la propia larva; además de la cría, el alimento puede ser otro atrayente, ya que en 1985 se demostró que el alimento de la larva incide en la reproducción de *Varroa jacobsoni* (Nazzi, F et al 2007).

Una vez introducida en la celda, la Varroa permanece inmóvil sumergida en el alimento larval aproximadamente durante 15 horas en la celda de obrera, hasta la fase de pupa de la abeja, lo que ocurre al momento de la operculación de la celda operculada, la larva de abeja se alimenta durante 36 horas y comienza a tejer su capullo; el final del alimento larval ocasiona la señal para que la Varroa salga de la fase inmóvil, suba a la pupa y se alimente por primera vez, perforando el quinto anillo ventral con su quelícero, consumiendo en cada comida 0.1 mg de hemolinfa. En caso de morir la pupa, la Varroa vive hasta 3 semanas (Mobus y Bruyn, 1999).

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 (Vandame, R 2009).

Posteriormente, en intervalos de 26-32 horas, los siguientes huevos darán origen a hembras (5-6 hembras en celda de obrera y 6-7 en celda de zángano). En las celdas de obrera, solo cuatro descendientes alcanzan la etapa adulta (3 hembras y un macho) y en las de zángano 6 (un macho y 5 hembras).

A las 10 horas posteriores a la postura, el huevo se convertirá en larva y como tal, durará otras 10 horas. En esta etapa solo cuentan con 6 extremidades. Después pasará a protoninfa, durando en este periodo 2 días; posteriormente se convertirá en deutoninfa permaneciendo así 72 horas, de las que 38 a 46 permanecerá inmóvil (Medina y Guzmán, 2011)

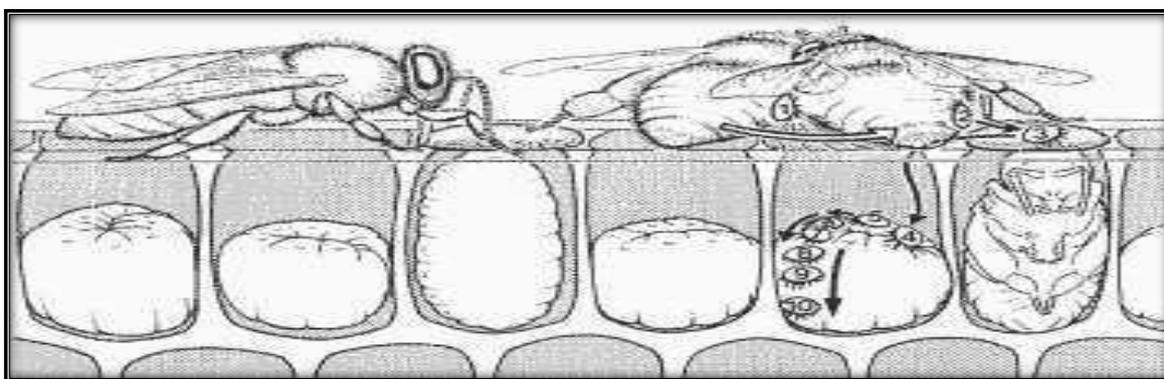
El desarrollo completo tarda alrededor de 130 horas para una hembra, 150 horas para un macho. Este desarrollo es muy afectado por una mortalidad juvenil muy fuerte, particularmente de las deutoninfas. En promedio, sólo 1.45 hembras llegarán al edad adulto en una celda de hembra, contra 2.2 en una celda de macho (Vandame, R 2009).

Los principales factores que afectan la reproducción de la Varroa son: la falta de postura de Varroa, la muerte del macho antes de la fecundación, el inicio tardío de la postura y la muerte de la hembra en la celda antes del inicio de la postura. Además, solo el 72,2% de Varroas dejan descendientes viables, quedando 1-2 Varroas viables en obrera y 2-4 en cría de zángano, realizando cada hembra 2-3 ciclos reproductivos. Aproximadamente, el 30% de las hembras viables mueren al finalizar su primer ciclo reproductivo y menos del 10% llegan a completar más de 2 ciclos (Calatayud, B 2008).

En el estado de protoninfa, la Varroa ya ha desarrollado sus quelíceros y puede comenzar su alimentación, la que ocurre por orden de edad; el macho no se

alimenta ya que modifica su aparato bucal y lo convierte en aparato copulador. Una vez terminada la alimentación, el macho se dirige al bolo fecal esperando a las hembras que, después de defecar, copulan con él, permaneciendo unido a la primera hembra que llega hasta la llegada de la siguiente hembra; Poco tiempo después de haber copulado con las hembras, el macho muere por inanición ya que nunca se alimenta.

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.



**Figura 7.** Proceso de entrada de la madre Varroa en la celda.

**Fuente:** Schopflocher, R (1996).

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 quedarán estériles e infecundas para siempre; esto puede ocurrir en 10% a 46% de las celdas (Vandame, R 2009).

En caso de no ser fecundada alguna hembra, permanecerá estéril el resto de su vida por atrofia de su aparato reproductor. Después de 2-3 días de madurez, la Varroa adquiere su color rojizo típico. Cuando emerge la abeja, las Varroas saldrán con ella y buscarán otra abeja para comenzar su fase forética e iniciar un nuevo ciclo reproductivo (Calatayud, B 2008).

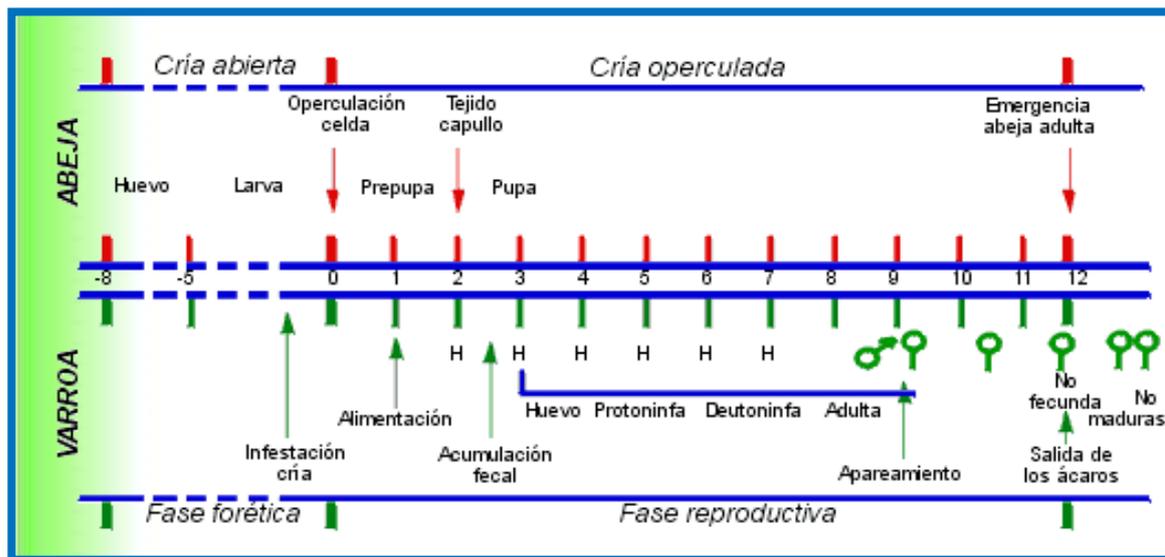
### **c) Salida y diseminación de varroa**

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

Las hembras varroas 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 Varroas, foréticas de abejas cosechadoras, constituyen el factor principal de la diseminación de la especie, ya que aprovechan la deriva de las cosechadoras y del pillaje para invadir nuevas colmenas. De esta manera, durante un día de gran actividad, hasta 70 Varroas por día pueden llegar a una nueva colmena.

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 presenta el desarrollo de la abeja. En la parte inferior, se presenta 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 varroas jóvenes y su apareamiento.

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 la figura 8 (Vandame, R 2009).



**Figura 8.** Sincronización del ciclo de desarrollo de varroa con el ciclo de desarrollo de la abeja.

**Fuente:** Prost, J (2001).

#### d) Nivel de la población

Antes de conocer los métodos de control, es necesario conocer el funcionamiento de la población del ácaro. 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 2009).

El número de ácaros de primavera se incrementa durante el verano, alcanzando su número máximo en otoño. Durante la primavera y verano, la mayoría de los ácaros se encuentran en la cría (Sanhueza, M 1991).

En clima templado, particularmente en clima mediterráneo, no hay bloqueo tan largo de la puesta, lo que implica un desarrollo todavía más rápido de la población. También menciona que en regiones Mediterráneas, las dificultades de controlar el ácaro son especialmente agudas, ya que las colonias de abejas presentan producción de cría casi todo el año, lo que es particularmente favorable para el crecimiento de la población de Varroa (Vandame, R 2009).

Un estudio realizado en Argentina por Benedetti, C (1998), mostró diferencias en el nivel de reproducción del ácaro en ambas temporadas. Mientras que en primavera el porcentaje de reproducción fue 71,97%, en otoño fue 55, 81%.

Como los casos de varroasis son más severos en zonas donde los inviernos son poco rigurosos y la cría permanece durante todo el período facilitando una reproducción ininterrumpida del ácaro mientras disminuye paulatinamente la población de abejas, entrar a la invernada con alto número de abejas, buena cantidad de reservas y sobre todo un bajo número de ácaros es imprescindible para lograr un buen desarrollo de las colmenas durante la primavera.

La 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 42.000 respectivamente, pero el ataque viral en estas zonas son menores en relación al sur de Europa (Vandame, R 2009).

### **2.6.2. Daños Económicos y Ambientales**

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.

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.

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 (Orantes, J 1996).

### **2.6.3. Cuadro Clínico**

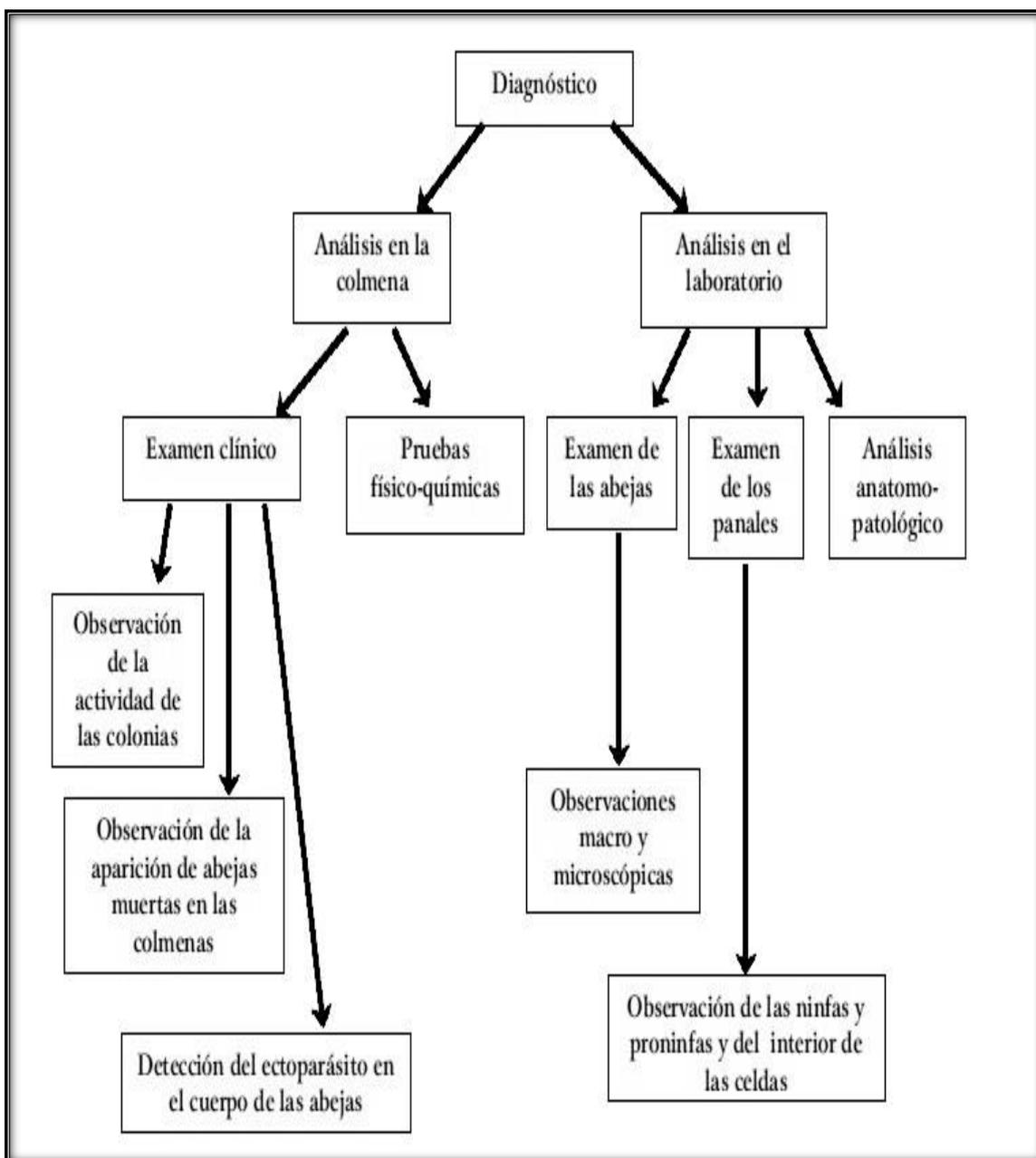
Las colonias se debilitan y las abejas se encuentran nerviosas; hay mortalidad en la cría primero y después en abejas, por lo general es asintomático y para cuando se detecta ya se encuentra en un avanzado grado de parasitosis la colmena Sagarpa, (2008). El periodo pre-latente varía según el clima y el grado de exposición de la colmena, teniendo como principales signos la demora en la eclosión de las abejas de hasta 3-4 días, la reducción de la vida productiva de la abeja hasta en 64-83%, la falta de vitalidad en las abejas, muerte prematura, malformaciones en abejas recién eclosionadas y la presencia de enfermedades alternas (Llorente, M 1990).

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:

- ✓ 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 mortalidad 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 (Patología Apícola. Universidad Federal de Lavras, 2011).
  
- ✓ 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 (Wikipedia, 2011).

## 2.7. 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.



**Figura 9.** Diagnóstico de Varroasis.

**Fuente:** La Chachipedia, (2004).

Para evaluar el grado de infestación de Varroasis en las colmenas, se puede efectuar cualquiera de las siguientes pruebas:

### 2.7.1. Diagnóstico en la Cría

Debido a su distribución sobre el panel de cría y a fin de obtener datos más precisos, se hace necesario desopercular entre 50 y 100 celdas determinadas en forma de cruz sobre la cara del panel y se procede a la observación cuidadosa tanto de la cría como del fondo y paredes de las celdas.

Los ácaros adultos (color marrón rojizo) y formas inmaduras (color blanco perláceo) se observan a simple vista. Contar el número de larvas infestada con una Varroa. Si la tasa de infestación es inferior a 10% (10 Varroas por 100 larvas), la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si la tasa es superior a 10%, la colonia requiere un tratamiento.

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

#### a) Método cartulina

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 Varroas en 24 horas, la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si cayeron más de 10 Varroas en horas, la colonia requiere un tratamiento. Este método es el más fácil de todos, por lo cual es el más recomendable.

#### b) 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 cuadrículada (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 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

### **2.7.2. Diagnóstico en las Abejas Adultas (Prueba de David De Jong)**

Si la tasa de infestación es inferior a 5% (5 Varroas por 100 abejas), la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si la tasa es superior a 5%, la colonia requiere un tratamiento (Vandame, R 2000).

Moreno, A (2008), 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 de la cámara de cría, las que son sumergidas en una solución al 2% de detergente líquido en agua (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:

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

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 cinco métodos de diagnóstico se seleccione al azar una de cada 5 colmenas para obtener un promedio por apiario.

### **2.7.3. Diagnóstico de Piso**

El uso de un piso insertado para recolectar los desechos de la colmena (partículas de cera, polen, abejas y crías muertas, ácaros, etc.) es el procedimiento más fácil y común, este puede ser usado en cualquier época del año pero los mejores resultados han sido obtenidos en otoño.

Este piso consiste de una parte inferior de cartulina blanca que recibe los desechos y de una parte superior de rejilla que impida a las abejas la remoción de

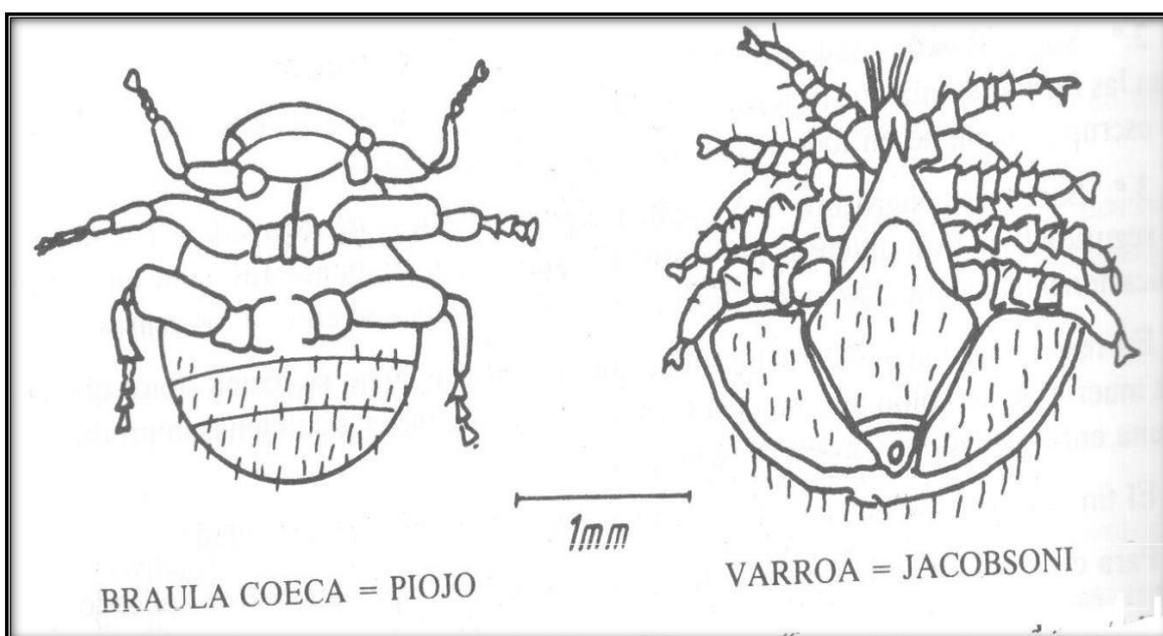
los desechos, incluidos los ácaros. Estos desechos pueden ser observados directamente o separados mediante un método de flotación, en el que los desechos son cubiertos con etanol al 98% para que, en base a las diferencias de densidad, los desechos se hundan y los ácaros floten.

Los ácaros caen al fondo cuando mueren o se desprenden de las abejas por causas naturales o por la acción de algún acaricida (Calatayud, B 2008).

Si cayeron menos de 10 Varroas en 24 horas, la colonia no necesita tratamiento con urgencia. Si cayeron más de 10 varroas en 24 horas, la colonia requiere un tratamiento. Este método es el más fácil de todos, por lo que es el más recomendable (Vandame, R 2009).

## 2.8. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

La Varroasis debe diferenciarse de la infestación con el piojo de la colmena, conocido científicamente como *Braula coeca* Llorente, M (1990), el que es un pequeño díptero parecido a la Varroa y que generalmente se encuentra sobre las abejas nodrizas y la reina (Schopflocher, R 1996).



**Figura 10.** Diagnóstico diferencial ente *Braula Coeca* y *Varroa jacobsoni*.

**Fuente:** Prost, J (2001).

## 2.9. TRATAMIENTO

La erradicación de Varroa es imposible, por lo que se tienen que usar pesticidas (Martinez, A (2003). Actualmente, este parásito es controlado con insecticidas que ocasionan desventajas, tales como: desarrollo de resistencia, toxicidad para las abejas y el hombre, residuos en miel, cera y altos costos (Arechavaleta, M et al. 2009).

Existen formas de controlar la Varroasis mediante productos elaborados con diferentes principios activos, como los químicos y los orgánicos con distintas formas de acción, como los sistémicos que son ingeridos por las abejas, los de contacto y, además, de técnicas de control biológico, las que han dado buenos resultados en algunas épocas del año (Peniche, G 2007).

Las formas de administración de medicamentos son por medio de humo o gases, los que se aplican por medio de evaporadores, como las sustancias orgánicas y soluciones, que se aplican dentro de la colmena (Bacci, M 2008).

Los principios activos utilizados en la actualidad son: Amitraz, Fluvalinato, Flumetrina, Cahumaphos, Cimiazol, Bromopropilato, entre otros. Algunos tratamientos alternativos contra este parásito son los ácidos orgánicos como: láctico, fórmico y oxálico además de aceites esenciales y vaselina (Yáñez, R 2004).

El control biológico de la Varroa se lleva a cabo mediante la introducción de un cuadro con cría de zángano en la zona de cría, ya que la Varroa al tener más días para realizar su ciclo, tendrá preferencia por estas celdas. Al eliminar la cría de zángano cuando esté operculada, también se eliminarán las Varroas (Peniche, G 2007).

### **2.9.1. Días de Tratamiento**

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. Se recomienda las siguientes frecuencias de tratamiento:

Aplicar solo una vez. El tratamiento solo actúa durante 4 días, y cuando sale la Varroa, ya no hace efecto. La Varroa sigue viva.

Aplicar dos veces. El tratamiento solo actúa 8 días, tampoco afecta a la Varroa considerada.

Aplicar 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.

Aplicar cuatro veces. Y ahora definitivamente sí, afectó y mato a esta Varroa. De esta forma, todas las Varroas 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 (Vandame, R 2009).

## **2.10. PREVENCIÓN Y CONTROL**

Una posibilidad de controlar este parásito es el utilizar abejas genéticamente resistentes a Varroasis (Correa, B y Guzmán, 1996). Se ha comprobado que la selección a través de los machos es un factor primario en lo que se refiere a la resistencia apestes Benedetti, C (1998) y (Jadric, S et al 2004).

Las medidas de prevención y control incluyen la realización de diagnósticos periódicos de control de infestación, regular la movilización de colmenas, el control de importación de reinas y la capacitación constante de los apicultores (Baltierra, V 2003).

Otra forma de control, no tan común consiste en evaluar el comportamiento de acicalamiento y potenciarlo a través de la selección de las abejas con características de interés (García, C 2009).

## **2.11. MÉTODOS DE DEFENSA SANITARIA DE LA COLONIA**

La abeja ha desarrollado diversos mecanismos de defensa a lo largo de sus 100 millones de años de evolución, los que le confiere resistencia ante agentes extraños. La salud de la colonia depende de su capacidad de mantener activos sus sistemas de defensa, los que se dividen en dos mecanismos:

### **a) Mecanismos de resistencia de la abeja**

- ✓ Barrera cuticular, la que está conformada por el exoesqueleto.
- ✓ Barrera intestinal, integrada por la barrera peritrófica.
- ✓ Flora intestinal, la cual consta de bacterias benéficas.
- ✓ Interferones, glicoproteínas producidas por la pared intestinal.
- ✓ Reacciones celulares, por medio de agregados celulares se logra la eliminación de agentes patógenos.
- ✓ Defensa hemolinfática, por la producción de lisozima y más de 800 tipos de péptidos antimicrobianos.

### **b) Mecanismos de resistencia de la colonia**

- ✓ Comportamiento higiénico, el que confiere resistencia contra *Loque americana* y Cría Calcificada.
- ✓ Comportamiento de limpieza, este funciona contra Acariosis.
- ✓ Comportamiento VSH (Varroa específica higiene) el que actúa contra Varroa.
- ✓ Acicalamiento (Gómez, P 2007).

## 2.12. MÉTODOS DE CONTROL

La mejor época para tratar la colmena es cuando hay poca cría o no hay (inicios de otoño en adelante). Al principio de primavera es una buena época para realizar una cura para Varroa, ya que la mayor parte los ácaros aún se encuentran en estado forético, es decir sobre las abejas. A medida que avance el nido de cría, los ácaros comenzarán a introducirse en las celdas de cría para comenzar la reproducción. No es muy aconsejable tratar bajo temperaturas ambientales extremas. Con temperaturas bajas, las abejas se agrupan, no hay actividad, con lo que la distribución del acaricida es deficiente. Si el efecto acaricida se debe a la evaporación del producto, como es el caso del timol y el ácido fórmico, las bajas temperaturas disminuyen la tasa de evaporación y la eficacia del acaricida se pierde.

Con temperaturas altas, existe el peligro de una intoxicación de las abejas por un sinergismo entre el efecto del acaricida y el calor o por una evaporación excesiva. Para conseguir la mayor eficacia en los tratamientos contra la Varroa, es muy conveniente la ausencia de cría o al menos, que su presencia no sea abundante (Calatayud, B 2008).

Así Vandame, R (2009), recomienda:

- ✓ Aplicar cualquier tratamiento en un momento en que las colonias no produzcan miel. Así se elimina la posibilidad de introducir cuerpos extraños a la miel. Es, además, una temporada en que las colonias tienen poca cría y pocas abejas, por lo que será más eficaz el tratamiento.
- ✓ Un tratamiento al terminar la cosecha, para pasar sanamente la temporada de escasez de néctar y consumiendo lo mínimo de sus reservas.
- ✓ Un mes antes de la cosecha, asegurarse que el nivel de infestación esté suficientemente bajo para que las colonias puedan pasar la temporada de floración sin mayores problemas.

- ✓ No quedarse con un solo producto y utilizarlo año tras año, sino alternar el uso de varias moléculas. De este modo se puede asegurar que no se seleccionarán Varroas resistentes y así se mantiene la duración de vida de los nuevos productos.
- ✓ Los tratamientos hoy conocidos contra Varroa son efectivos solamente contra los estados adultos que se encuentran sobre las obreras y zánganos. Esto último, más el hecho que el ciclo vital del ácaro ocurre en el interior de las celdillas de la cría operculada, determina la necesidad de repetir los tratamientos, habida consideración de la duración del ciclo biológico del ácaro y de la fase operculada de la abeja.

### **2.12.1. Control Químico**

Para combatir el parásito se ha propuesto el empleo de diversos métodos, pero al parecer los de mayor eficacia corresponden al empleo de sustancias químicas de acción específica para eliminar ácaros. Estos son los llamados Acaricidas.

Existen numerosos métodos de tratamiento siendo el más común la fumigación de las colonias, luego vendría la aplicación de los productos solo en los marcos, tiras fumígenas o rociando a las abejas directamente. Mundialmente estos tratamientos se han agrupado en acaricidas de primera generación, acaricidas de acción sistémica o de segunda generación y otros de acción por contacto o de tercera generación (Lesur, L 2002).

### **2.13. MORBILIDAD**

La principal forma de contagio de Varroa es por contacto con material contaminado, deriva, manipulación descuidada, trashumancia, pecoreo y pillaje. Se calcula que por estos últimos llegan hasta 70 varroas por día (García, P 2007).

Otro factor es el crecimiento poblacional de varroa, ya que el 40% son fértiles en celdas de abejas africanizadas y 80% en abejas europeas, pudiendo tener un

mayor crecimiento en estas últimas y mayor diseminación entre ellas (Ledesma, W 2000).

Otro factor determinante es la tolerancia; las abejas africanizadas son la única raza conocida del género *Apis mellifera* que la manifiesta de forma natural y las colonias infestadas persisten indefinidamente (Martinez, A 2003).

Se considera que la resistencia se presenta cuando las colmenas, que son atacadas por la varroa, sobreviven y mantienen su capacidad de producción sin tratamiento alguno (Liebig, G 1997).

#### 2.14. MORTALIDAD

Los daños que la Varroa causa dependen del grado de infestación, pero generalmente las colonias sucumben en 2 a 4 años Guzmán, N (2007). Así por ejemplo una colonia europea en abril con 400 varroas, alcanza en agosto 7000, nivel considerado como crítico, el que ocurre cuando la infestación llega al 40%, desencadena la muerte de la colonia Becerra, G et al (2005). Así, esta parasitosis sin tratamiento puede matar el 15% de las abejas el primer año, 30% el segundo y el 100% de las colonias el tercero (Otis, G et al 2005).



**Figura 11.** Mortalidad causada por *Varroa jacobsoni*.

**Fuente:** Patología Apícola. Universidad Federal de Lavras, (2011).

## 2.15. DESCRIPCION DE LA PLANTA DE RUDA (*Ruta graveolens*)

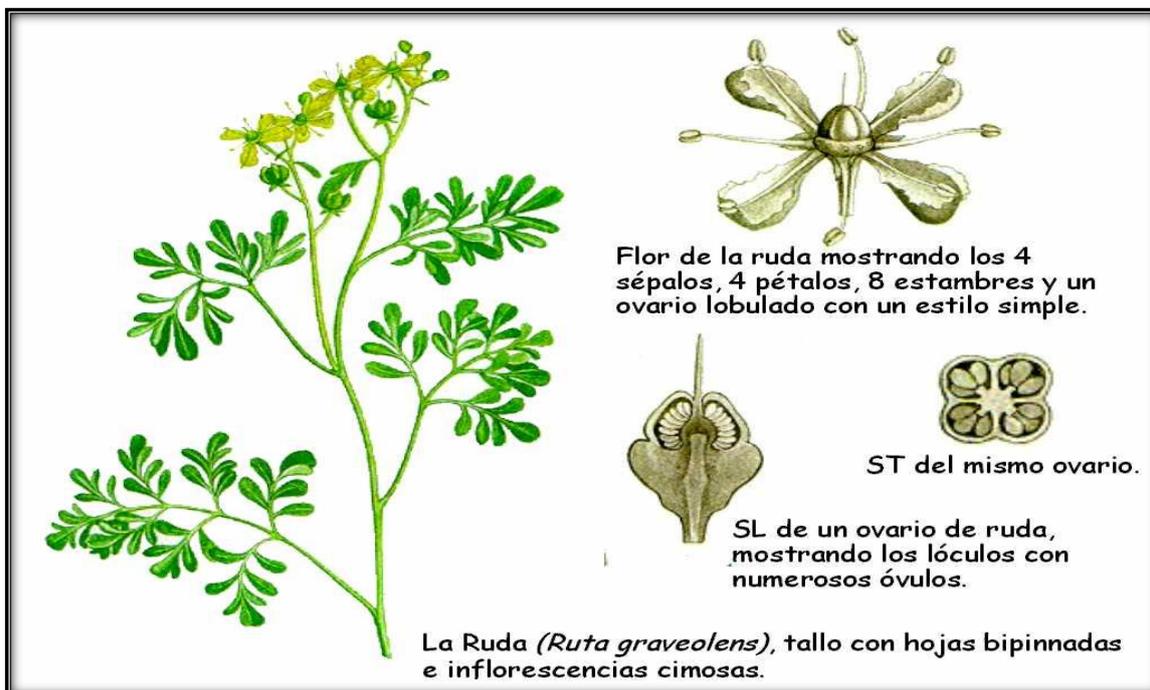


Figura 12. Planta de Ruda.

FUENTE: Familias Rutáceas. Universidad Politécnica de Valencia, (2015).

La ruda es una planta originaria de Asia y difundida en todo el mundo; es perenne, siempre verde. Se emplea con fines medicinales por sus aceites volátiles. En la agricultura biológica, para proteger los cultivos del ataque de insectos y plagas. En la cocina se usa como componente aromático.

La ruda es una planta que pertenece a la familia de las Rutáceas se da muy fácilmente en los climas templados y subtropical. Tolerancia bien el frío. Los antiguos griegos y romanos la usaban como alimento. Estos últimos le dieron más aplicaciones medicinales.

Tiene un tallo ramificado y hojas compuestas de color verde azulado que tienen una característica particular: poseen glándulas oleíferas. Prefiere para su desarrollo terrenos sueltos, permeables y soleados, pero tolera bien la semisombra.

**Cuadro 5.** Clasificación científica de la ruda.

<u>Clasificación científica</u>	
<b><u>Reino:</u></b>	<u>Plantae</u>
<b><u>División:</u></b>	<u>Magnoliophyta</u>
<b><u>Clase:</u></b>	<u>Magnoliopsida</u>
<b><u>Orden:</u></b>	<u>Sapindales</u>
<b><u>Familia:</u></b>	<u>Rutaceae</u>
<b><u>Subfamilia:</u></b>	<u>Rutoideae</u>
<b><u>Género:</u></b>	<u>Ruta</u>
<b><u>Especie:</u></b>	<u>Ruta graveolens</u>

Fuente: Sanhueza, M (1991).

### 2.15.1. Nombres Comunes

Ruda fétida, arruda, besasa.

### 2.15.2. Propiedades de Uso Medicinal

Existen diferentes campos de acción en esta planta; unos aceptados por la medicina tradicional y otros solo por la popular. Estos son algunos de los beneficios que podemos encontrar con el uso de esta planta:

**a) Homeopatía:** El homeopático "*Ruta graveolens*" se usa interna y externamente para:

- ✓ Luxaciones y dislocaciones.
- ✓ Distensiones en tendones.
- ✓ Reuma.
- ✓ Varices.
- ✓ Trastornos en oftalmología.

**b) Indicaciones académicas:** Para fines medicinales se utiliza para:

- ✓ Sedante suave.
- ✓ Espasmos gastrointestinales.
- ✓ Retención de líquido.
- ✓ Amenorrea.
- ✓ Hemorroides.
- ✓ Vitiligo: Uso externo.
- ✓ Dolor de oídos.
- ✓ Inducir aborto.

Se usan sus hojas y sumidades floridas como espasmolítico, estomacal, carminativo, fortificante, antiespasmódico, diaforético, emenagogo y abortivo. Indicado contra el reumatismo, neuralgias, menorragia, absesos, espasmos intestinales y lombrices intestinales. También en caso de menstruaciones dolorosas e irritación de los ojos (Oliveira, M; Velazquez, D y Bermudez, A 2005).

Sus raíces, se usan en forma de cocimiento como antidiarreico. Se toma en infusión como excelente calmante nervioso. También es muy efectivo contra la sarna, aplicada sobre las partes afectadas. Dosis - 2 o 3 gramos por cada litro de agua.

Muy empleadas en fitoterapia. El principal componente que se extrae de la ruda es un glucósido llamado rutina que se encuentra sobre todo en las hojas. También se extrae una esencia incolora o ligeramente amarilla, de olor intenso y sumamente desagradable.

La principal acción de la rutina, es su capacidad de aumentar la resistencia de los capilares sanguíneos, evitando su rotura y algunas hemorragias que podrían llegar a aparecer. Por su alto contenido en vitamina C, es recomendable para aquellos cuadros donde hace falta reforzar los vasos capilares, así como para combatir el escorbuto.

Otras propiedades de la ruda son las que se refieren a que posee acciones antiespasmódicas, sudoríficas y antihelmínticas, aunque estas propiedades no son tan importantes ni tan intensas como las primeras (Martinez, A 2003).

**c) La ruda elimina los piojos y la sarna:** Por su acción revulsiva resulta útil en ciertas enfermedades de la piel, como la sarna, la psoriasis, eccemas, en el tratamiento para eliminar la pediculosis (piojos)

De siempre se ha dicho que llevar ruda encima protege de las picaduras de los insectos y de los animales venenosos como las serpientes, es bien sabido aceptado por científicos que donde crece la ruda no se acercan las serpientes, puede que sea debido a su desagradable olor (Ortuño, S y Manuel, Fco 2007).

### **2.15.3. Componentes**

Su aceite esencial está constituido en su mayoría por sesquiterpenos. La planta contiene 0,2- 0,7% de aceite esencial; y su composición fotoquímica es:

✓ **Cetonas (90%):**

- Metil-nonil cetona
- Metilheptil cetona.

✓ **Alcaloides (0,4-1,4%):**

Del tipo furoacridona y quinolina: arborinina, graveolina, rutacridona, gama fagorina, kokusaginina, 6 metoxidictamnina y sikimmnianina.

✓ **Flavonoides:**

- Quercetina.
- Rutina.

✓ **Alcoholes:**

- Metil-etil-carbinol

✓ **Hidrocarburos:**

- Pinene.
- Limeneno.

## 2.16. TRABAJOS RELACIONADOS

Chamba, W (2009), realizó la “Evaluación de un Acaricida Natural a Base de Aceite Esencial de (*Ambrosia artemisioides*), para el Control de Varroasis (*Varroa jacobsoni oud*) en Abejas (*Apis mellífera*)”, analizó la efectividad del aceite esencial de *Ambrosia artemisioides* en concentraciones de 30, 40 y 50%, utilizando el cethiol como excipiente en tres grupos experimentales; a cada grupo se le realizó tres aplicaciones a intervalos de 15 días. El promedio inicial de infestación con *Varroa* fue de 11% en los grupos respectivos. Para el análisis estadístico se utilizó el diseño de bloques al azar con tres tratamientos y tres repeticiones, considerando cada colmena como una repetición. Resultando inofensivo para las abejas adultas y larvas, pero fue tóxico para el parásito. Al finalizar el ensayo luego de la tercera aplicación, la infestación fue de 3,2; 2,2 y 0,2% en los tres grupos experimentales respectivamente; proporcionando una efectividad de 98,19% para el tratamiento tres, 80,36% para el tratamiento dos y 72,42% para el tratamiento uno. El aceite esencial de *Ambrosia artemisioides* con la concentración al 50% fue la más efectiva en el tratamiento para varroa en las colmenas evaluadas.

Guerra, A; Narváez, H y Mayanquer, R (2013), valoraron cinco tratamientos de *Varroa* en 15 colmenas divididas en cinco grupos experimentales, mismo que se realizó en el periodo comprendido de enero 2011 a febrero 2013. El análisis se realizó en dos fases: la primera para determinar el porcentaje de infestación en el Apiario, y en la segunda se analizaron los resultados obtenidos al final de la investigación para determinar qué tratamiento tenía mayor efectividad. El

porcentaje de infestación en larvas de zánganos en el apiario fue del 18 al 23% en todos los grupos experimentales. El porcentaje de efectividad en abejas adultas fue en primer lugar para el tratamiento con amitraz 91,02%, oligoelementos 85,45%, aceite de vaselina 71,96%, timol 70,43%, y ácido oxálico 67,99%.

Medina y Guzmán, (2011), determinaron sí el ácaro *Varroa jacobsoni* afecta la producción de miel en colonias de abejas melíferas (*Apis mellifera*) del altiplano semiárido de México. Se utilizaron 32 colonias que variaban en sus niveles de infestación del ácaro y que no habían recibido ningún acaricida durante dos años. Se determinó la producción de miel y el nivel de parasitosis en abejas adultas de estas colonias y los datos se sometieron a un análisis de correlación. Se encontró una correlación negativa y significativa entre el nivel de infestación por *Varroa* y la producción de miel ( $r = -0.44$ ,  $P = 0.01$ ). Los valores medios de infestación y producción de miel ( $\pm$ DE) fueron  $15.21 \pm 8.44$  % y  $36.26 \pm 29.24$  kg, respectivamente. Los resultados indican que al incrementarse el nivel de varroasis, la producción de miel se reduce de manera significativa.

### **3. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1. MATERIALES.**

##### **3.1.1. Materiales de Campo**

- ✓ Colmenas (1)
- ✓ Bases de colmena (10)
- ✓ Alzas (10)
- ✓ Apiario (Landangui)
- ✓ Ahumador (1)
- ✓ Pares de botas (2)
- ✓ Velos (2)
- ✓ Overoles (2)
- ✓ Pares de guantes de hule (4)
- ✓ Espátula cepillo (1)
- ✓ Cuchillo (1)
- ✓ Fundas plásticas de 12 x 18 cm
- ✓ Cajas de fosforo (2)
- ✓ Detergente grande (1)
- ✓ Botellas de plástico (2)
- ✓ ½ Metro de Malla de 4 mm de ancho

- ✓ Saco de 50kg de Azúcar (1)
- ✓ 25 litros de agua
- ✓ Jarra de 2 litros (1)
- ✓ Colador (1)
- ✓ Ollas de 10 litros (2)
- ✓ Olla de 40 litros (1)
- ✓ Cilindro de gas (1)
- ✓ 26 kg de planta de ruda
- ✓ Balde de 10 litros (1)
- ✓ Libreta de apuntes (1)
- ✓ Cámara fotográfica (1)
- ✓ Mochila (1)
- ✓ Transporte

### **3.1.2. Materiales de Laboratorio**

- ✓ Microscopio (1)
- ✓ Destiladores (3)
- ✓ Mortero (2)
- ✓ Mechero (1)
- ✓ Gradilla (1)
- ✓ Tubos de ensayo(3)

- ✓ Mandil (1)
- ✓ Excipientes (1)
- ✓ Guantes (4)
- ✓ Estufa (1)
- ✓ Balanza digital (1)
- ✓ Frasco de vidrio (Ámbar) (2)
- ✓ Alcohol antiséptico (1)
- ✓ Agua destilada (1lit)
- ✓ Detergente(1 de 500 mg)
- ✓ Probetas (3)
- ✓ Gas (1)

### **3.1.3. Materiales de Oficina**

- ✓ Escritorio
- ✓ Computadora
- ✓ Hojas de papel INEN A4
- ✓ Cuaderno
- ✓ Esfero Grafico
- ✓ Lápiz.
- ✓ Marcadores permanentes.
- ✓ Impresora
- ✓ Flash memory

✓ Calculadora

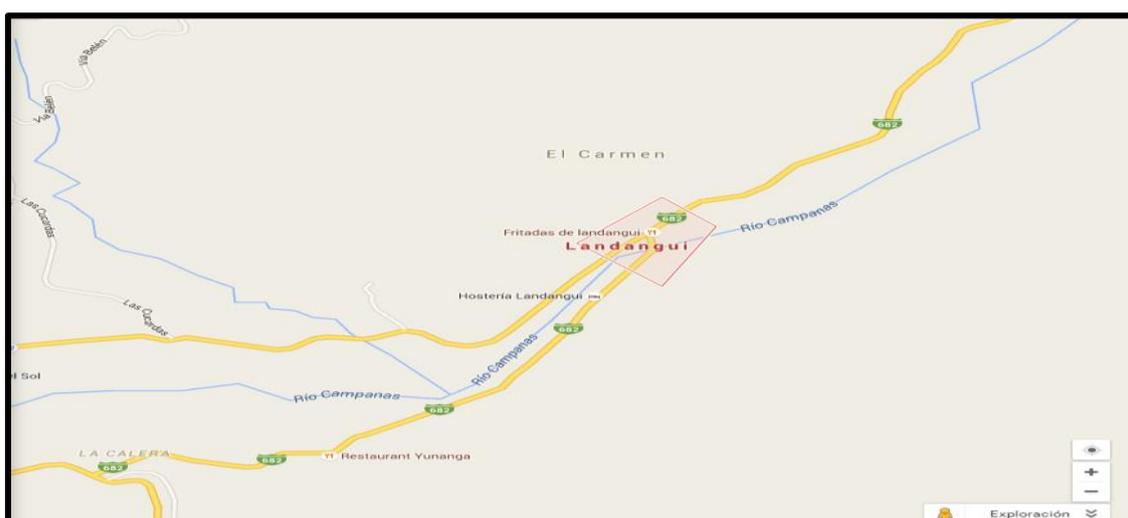
✓ Corrector.

### 3.2. METODOLOGÍA

#### 3.2.1. Ubicación del Área de Estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Barrio Landanguí de la parroquia Malacatos de la provincia de Loja, ubicado a 29,5 km de la ciudad de Loja, con una altitud de 2.063 m.s.n.m.; latitud de 4° 13' 9" Sur y con una longitud de 79° 23' 33" Oeste, la temperatura promedio es de 24,4°C con clima Subtropical-seco. Limita al Norte con la parroquia San Pedro de Vilcabamba, al Sur con la parroquia Vilcabamba, al Este con la parroquia El Tambo (cantón Catamayo) y al Oeste con la provincia de Zamora Chinchipe. (Municipio de Loja, 2002).

Se hizo una observación directa del área de vuelo de las abejas en el área de estudio, donde se evidenció las siguientes especies vegetales de interés apícola: guayacán, café, eucalipto, almendro, ceibos, algarrobo, faique, plantas frutales (mango, guaba, mandarina, naranja, limón, aguacate, luma, chirimoyas).



**Figura 13.** Mapa satelital del Barrio Landanguí de la Parroquia Malacatos.

**Fuente:** Google maps, (2013).

### 3.2.2. Descripción de las Unidades Experimentales

En el presente ensayo se utilizaron diez colmenas tipo langstroth en donde cada una constituye una unidad experimental, teniendo en cuenta una población uniforme de abejas, presencia de reina y crías para poder hacer la conformación de los grupos al azar.

#### a) Conformación de grupos

Las diez colmenas se distribuyeron en 2 grupos de cinco colmenas cada grupo, luego se hizo un sorteo al azar para asignarles los respectivos tratamientos que son en concentraciones del 40% y 50% del acaricida natural de la Ruda, así mismo se utilizó un excipiente natural (Dietanolamida) como fijador del aceite esencial.

**Cuadro 6.** Esquema del experimento.

<b>Código</b>	<b>Grupos</b>	<b>Unidades Experimentales</b>		<b>Repeticiones</b>
<b>A</b>	Concentraciones al 40%	5	<b>A1</b> <b>A2</b> <b>A3</b> <b>A4</b> <b>A5</b>	4
<b>B</b>	Concentraciones al 50%	5	<b>B1</b> <b>B2</b> <b>B3</b> <b>B4</b> <b>B5</b>	4

**Fuente:** El Autor.

### 3.2.3. Descripción de los Tratamientos

En este trabajo se aplicaron dos tratamientos, los mismos que estarán organizados de la siguiente manera:

- a) **Tratamientos 1**, Se constituyó por cinco colmenas, a las que se les aplicó el aceite esencial de ruda a una concentración del 40%, combinado con el 60% de Dietanolamida como excipiente, se hizo cuatro aplicaciones con un intervalo de quince días para cada aplicación, y así mismo se hizo la respectiva toma de datos de cada colmena cada ocho días.
  
- b) **Tratamientos 2**, Al igual que el tratamiento uno se conformó con cinco colmenas, a las que se les aplicó el aceite esencial de ruda a una concentración del 50%, combinado con el 50% de Dietanolamida como excipiente, se hizo cuatro aplicaciones con un intervalo de quince días para cada aplicación y la respectiva toma de datos de cada colmena cada ocho días.

### 3.3. OBTENCION DEL ACEITE ESENCIAL DE LA RUDA (*Ruta graveolens*).

#### 3.3.1. Recolección de la Materia Prima.

La recolección de las plantas de ruda (*Ruta graveolens*) se la debe realizar en horas de la mañana con la finalidad de recogerlas frescas y no pierdan las propiedades que contienen estas plantas, luego se las llevó al **Laboratorio de la planta de extracción de aceites esenciales de la Universidad Técnica Particular de Loja**, se seleccionó solo las hojas en un peso fresco de 25 kg, para realizar toda la investigación.

### 3.3.2. Tratamiento Pos-cosecha de las Hojas (Materia Prima)

Se lo hizo para conservar las propiedades físicas, químicas, organolépticas y farmacológicas de la especie en estudio. Este tratamiento consiste en examinar y separar todas las impurezas, partes deterioradas, manchadas o con indicios de ataque de algún microorganismo que pueda dañar o alterar la calidad del aceite.

### 3.3.3. Secado de la Hoja

Es un proceso muy importante en toda investigación de plantas vegetales, porque nos ayuda a prolongar la vida útil de las mismas por periodos más extensos de tiempo, así mismo evita la degradación de la muestra. En caso de especies aromáticas como la Ruda debe realizarse a temperaturas inferiores a 40°C, para evitar la pérdida de los componentes volátiles de la misma.

### 3.3.4. Extracción del Aceite Esencial

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante varios métodos como son: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles y con fluidos supercríticos.

El método que se utilizará para la extracción del aceite esencial de *Ruta graveolens*, en la presente investigación es la **destilación por arrastre con vapor**, por ser el más sencillo y los costos operarios comparados con los otros métodos son menores, el aceite esencial no se recalienta ni requiere de recipientes sofisticados.

La destilación por arrastre de vapor es una técnica muy utilizada donde de una mezcla se separan sustancias insolubles en agua y ligeramente volátiles de otras no volátiles.

Las condiciones que deben cumplir los compuestos para esta técnica son que no sean miscibles en agua, volátiles, tener presión de vapor baja y punto de ebullición alto.

### **Ley de Dalton.**

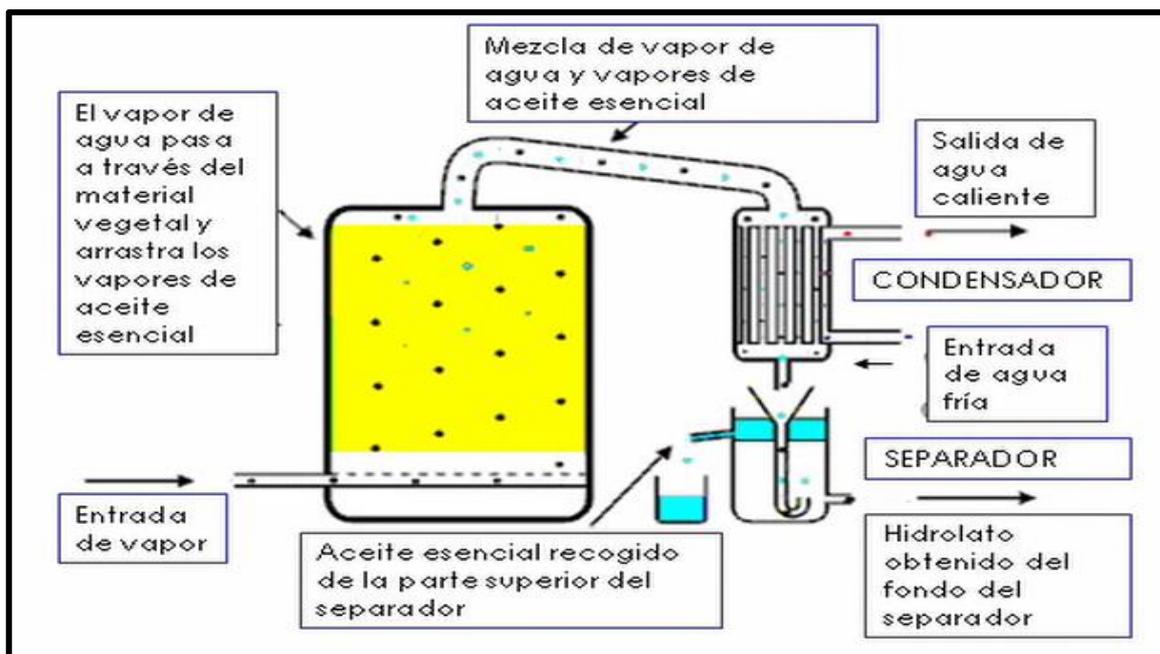
La técnica de destilación por arrastre de vapor obedece a la ley de Dalton de las presiones parciales que dice: que cuando dos o más gases inmiscibles y que no reaccionan entre si se mezclan a una temperatura constante, cada uno ejercerá la misma presión que si estuviera solo, pero la suma de las presiones de cada gas (presiones parciales) será igual a la presión total del sistema.

$$PT = P1 + P2 + \dots + Pn$$

Cuando se utiliza el agua como uno de los líquidos, se puede separar un componente con punto de ebullición mayor que el agua a una temperatura menor a los 100°C. En el equipo la especie aromática se la coloca sobre una placa perforada, la cual evita el contacto directo del medio líquido con el material vegetal.

El agua se somete en un proceso de calentamiento y el vapor húmedo que se desprende atraviesa la materia vegetal y va arrastrando todos los componentes volátiles. Los que salen se enfrían en un condensador, el agua condensada y separada del aceite esencial regresa al recipiente de destilación nuevamente, el aceite esencial es separado por decantación.

El tiempo adecuado para la destilación es normalmente de cuatro horas, puesto que a tiempos mayores la cantidad de aceite esencial es inapreciable.



**Figura 14.** Equipo de destilación por arrastre con vapor para la extracción del aceite esencial de ruda.

**FUENTE:** Moles y Bits, (2013).

El rendimiento de aceite esencial se lo determinará, en porcentaje v/p, se divide el volumen obtenido de aceite esencial para el total de muestra vegetal sometida al proceso de destilación y para esto necesitaremos la siguiente formula:

$$R = \frac{v}{p} \cdot 100$$

Donde:

**R=** Rendimiento de aceite esencial en porcentaje.

**V=** Volumen del aceite esencial obtenido.

**P=** Peso de la muestra

### 3.3.5. Envasado y Almacenado del Aceite Esencial.

El aceite esencial obtenido se almacena en recipientes de vidrio ámbar de 10ml a 4°C, para evitar cambios en sus propiedades químicas y físicas del producto

aromático. Los frascos de almacenamiento deben ser previamente lavados con diclorometano grado HPLC, para evitar contaminación (Becerra, G et al. 2005).

### 3.3.6. Variables en Estudio

Se evaluaron las siguientes variables:

- ✓ Porcentaje de efectividad del producto
- ✓ Concentración adecuada para la eliminación de la Varroa (%)
- ✓ Toxicidad del producto (%)
- ✓ Producción de miel.

#### 3.3.6.1. Toma y registro de datos

Para conocer la efectividad del aceite esencial de la *Ruta graveolens* sobre la *Varroa jacobsoni*, se debe primeramente determinar el porcentaje de infestación inicial de Varroasis en las colmenas en estudio, utilizando la técnica planteada por Apinetla, (2004), que se detalla a continuación:

1. De las colmenas en tratamiento se tomaron las respectivas muestras, se utilizó los panales centrales del nido de cría, de preferencia aquellos que contengan cría abierta.
2. Se preparó agua con detergente, se la coloca en fundas plásticas, en una cantidad de 250 ml. Previamente las fundas fueron identificadas con el número de colmena y con el tratamiento que se le aplicó.
3. Se utilizó una botella plástica a la que cortamos la parte superior e inferior, para lograr un mejor ingreso de las abejas, quedando de esta forma un tubo sin fondo.

4. Luego esta botella sin fondo se colocó en la funda que contiene el detergente, tratando de que el filo de la funda cubra hasta la mitad de la botella sin fondo.
5. Luego sacamos el panal seleccionado con la mayor cantidad de abejas posibles, al cual no aplicamos humo, para poder hacer el muestreo correctamente y que las abejas no vuelen del panal.
6. Colocamos el cuadro de forma vertical, inclinándolo un poquito hacia abajo mirando el piso con la finalidad de que al momento que hicimos el muestreo caigan las abejas de la cría abierta también; para esto pasamos una funda plástica ya incluido los 250 ml de detergente desde la parte superior hacia la parte inferior del panal cayendo así más fácilmente las abejas dentro de la funda, aproximadamente se recolectó un número de 100 abejas. Se debe tener mucho cuidado de no incluir a la reina.
7. Luego retiramos la funda con las abejas en el interior del panal, procedemos a amarrarla y colocarla en un recipiente con la finalidad de que el líquido no se derrame de las fundas al momento de transportarlas para su respectivo analisis.
8. Las muestras tomadas en las fundas con detergente, las pasamos a una botella que contiene la tapa y está cortada en la parte inferior, le damos la vuelta a la botella quedando la tapa hacia la parte inferior, en esta a su vez se colocó la trampa de medición de varroas, que consiste en una malla de 4 cm de ancho, la cual permite el paso de agua con las varroas; las abejas ya muertas se quedan sobre la malla y las varroas se quedan en un lienzo.
9. Posteriormente quitamos la tapa de la botella y la vaciamos en un recipiente boca ancha sobre el mismo colocaremos el lienzo, preferentemente de color blanco o celeste para que el agua y las Varroas caigan sobre el lienzo, quedando así las abejas muertas en la malla que se colocó en el interior de la botella.

**10.** Una vez que ya se escurrió todo el líquido sobre el lienzo procedemos a contar el número Varroas y finalmente se calculó el porcentaje de cada muestra obtenida por colmena.

**a) Porcentaje de efectividad del producto.**

Para medir esta variable se realizó cuatro aplicaciones con intervalo de quince días en cantidades de seis a ocho gotas de la mezcla de aceite esencial de ruda con la Dietanolamida, en concentraciones del 40% y 50%. Luego de cada aplicación se procedió a determinar el porcentaje de infestación y así saber la efectividad del producto.

**b) Concentración adecuada para la eliminación de la varroa (%)**

Para determinar la concentración adecuada para la eliminación de la Varroa, primeramente calculamos el porcentaje de infestación inicial de Varroa en cada colmena y en base a eso utilizamos aceite esencial de ruda en concentraciones de 40% y 50%, completando el 100% en cada tratamiento con Dietanolamida como excipiente natural, se aplicó y esto se repite para los dos tratamientos.

**c) Toxicidad del producto (%)**

Para determinar la toxicidad del acaricida sobre las abejas, observamos el comportamiento de las abejas en el momento de la entrada y salida de la colmena luego de que se aplicó el producto sobre las mismas, para ello evaluamos si las abejas estaban en estado de somnolencia, agresividad y porcentaje de mortalidad, esto lo observamos directamente en la piquera de la colmena.

**d) Producción de miel**

En cuanto a la producción de miel se la evaluó una vez terminado el trabajo de la aplicación de cada uno de los tratamientos y se hizo la comparación con el nivel

de inicio de infestación de varroa en cada colmena. En la cual se demostró que el acaro si baja considerablemente la producción de miel, por la baja postura de la reina.

### **3.3.7. Diseño Experimental**

Para el presente ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con dos tratamientos y cuatro aplicaciones cada quince días, considerando cada colmena como una repetición teniendo así cinco unidades experimentales que conforma cada tratamiento.

### **3.3.8. Manejo del Apiario**

Para el desarrollo de la presente investigación se colocó las colmenas en un terreno de aproximadamente 20 m de largo por 12 m de ancho, con una distancia de 1,5 m entre colmena y colmena. Previa a la toma de datos, se alimentaron las colmenas por un tiempo de dos meses (60 días) para lograr una buena homogenización de la población de abejas.

Las colmenas se colocó sobre jivas plasticas para evitar la humedad, la revisión de las colmenas se la hizo en horario de la mañana y tarde cada ocho días pos-aplicación de cada tratamiento, con la finalidad de evitar estresar a las abejas y poder hacer una correcta manipulación.

## 4. RESULTADOS

El análisis de los datos se realizó finalizando el trabajo de campo y se procedió a la tabulación respectiva. A continuación se presentan los análisis de las distintas variables estudiadas.

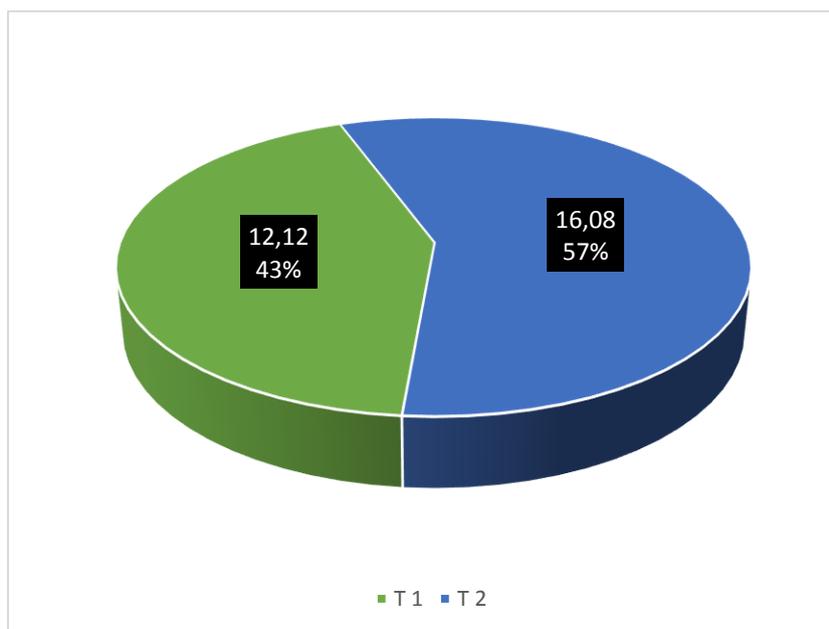
### 4.1. PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE VARROA JACOBSONI EN LA COLMENAS AL INICIO DE LA INVESTIGACIÓN

**Cuadro 7.** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* al inicio de la investigación en los dos tratamientos.

Nº COLMENAS	TRATAMIENTOS		TOTAL	PROMEDIO
	T1 % de infestación inicial	T2 % de infestación inicial		
1	12,59	8,11	20,70	10,35
2	12,15	6,17	18,32	9,16
3	6,19	19,32	25,51	12,76
4	15,50	11,49	26,99	13,50
5	14,16	35,33	49,49	24,75
<b>TOTAL</b>	<b>60,59</b>	<b>80,42</b>	<b>141,01</b>	<b>70,51</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>12,12</b>	<b>16,08</b>	<b>28,20</b>	<b>14,10</b>

Fuente: El Autor.

En el cuadro siete, se aprecia el porcentaje inicial de infestación con *Varroa jacobsoni* de las colonias, en el tratamiento uno tiene una infestación promedio de 12,12% y en el tratamiento dos un promedio de 16,08%, dándonos un promedio de infestación de los dos tratamientos de 14,10 %. El porcentaje de infestación inicial es estadísticamente superior en el tratamiento dos.



**Figura 15.** Infestación inicial de los dos apiarios con *Varroa jacobsoni*.

Fuente: El Autor.

## 4.2. PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD POR APLICACIÓN

### 4.2.1. Porcentaje de Efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Primera Aplicación

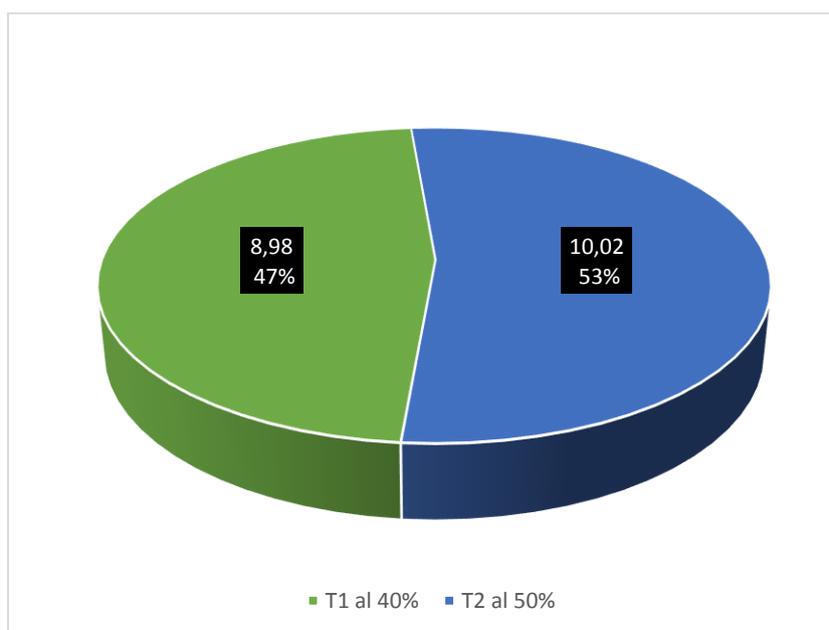
**Cuadro 8.** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* después de la primera aplicación del producto para los dos tratamientos.

Nº COLMENAS	PRIMERA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	7,78	6,19	13,97	6,99
2	11,57	6,06	17,63	8,82
3	5,41	13,42	18,83	9,42
4	8,46	5,46	13,92	6,96
5	11,68	18,97	30,65	15,33
<b>TOTAL</b>	<b>44,90</b>	<b>50,10</b>	<b>95,00</b>	<b>47,50</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>8,98</b>	<b>10,02</b>	<b>19,00</b>	<b>9,50</b>

Fuente: El Autor.

En el cuadro ocho, de los resultados obtenidos después de la primera aplicación se pudo observar que el tratamiento dos que tiene la concentración del 50% del Aceite esencial de *Ruta graveolens* es el que dio mejor resultado, disminuyendo el porcentaje de infestación del 16,08% al 10,02%, es decir existe una reducción del 6,06% de infestación, obteniendo una efectividad de 37,69% del producto aplicado.

Por otro lado, el tratamiento uno que tiene la concentración del 40% del producto, disminuye el porcentaje de infestación del 12,12% al 8,98%, es decir existe una reducción del 3,14% de infestación, obteniendo una efectividad de 25,91% del producto aplicado. El porcentaje de efectividad después de la primera aplicación del producto, el tratamiento dos es estadísticamente superior.



**Figura 16.** Porcentaje de Infestación de *Varroa jacobsoni* después de la primera aplicación.

**Fuente:** El Autor.

#### 4.2.2. Porcentaje de Efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Segunda Aplicación

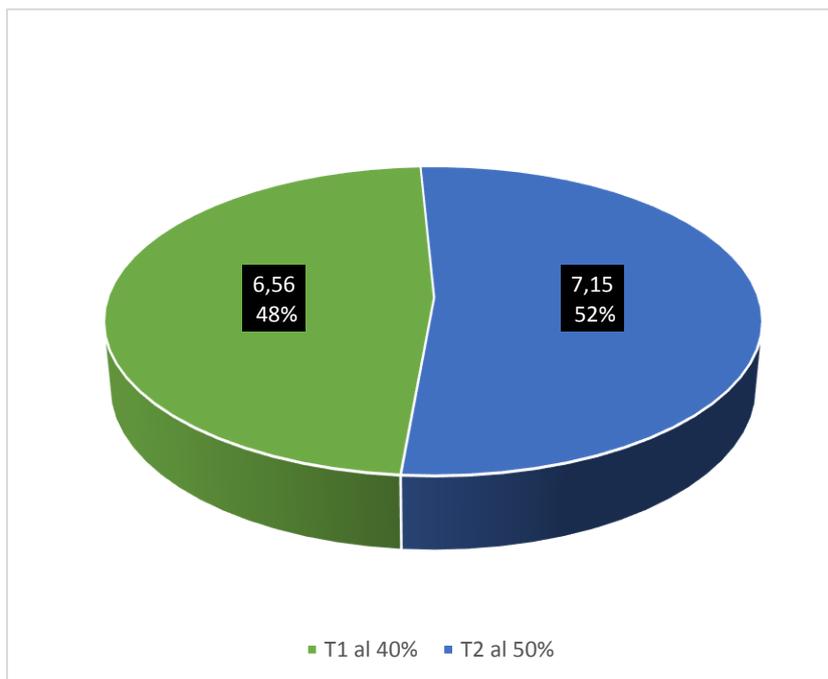
**Cuadro 9.** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* después de la segunda aplicación del producto para los dos tratamientos.

Nº COLMENAS	SEGUNDA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	6,94	5,71	12,65	6,33
2	5,61	5,56	11,17	5,59
3	3,85	6,32	10,17	5,09
4	4,76	4,44	9,20	4,60
5	11,62	13,7	25,32	12,66
<b>TOTAL</b>	32,78	35,73	68,51	34,26
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,56</b>	<b>7,15</b>	<b>13,70</b>	<b>6,85</b>

Fuente: El Autor.

Después de la segunda aplicación se pudo observar que el tratamiento dos que tiene la concentración del 50% del Aceite esencial de *Ruta graveolens* es el que dio mejor resultado, disminuyendo el porcentaje de infestación del 10,02% al 7,15%, es decir existe una reducción del 2,87% de infestación, obteniendo una efectividad de 28,64% del producto aplicado.

Por otro lado, el tratamiento uno que tiene la concentración del 40% del producto, disminuye el porcentaje de infestación del 8,98% al 6,56%, es decir existe una reducción del 2,42% de infestación, obteniendo una efectividad de 27,22% del producto aplicado. El porcentaje de efectividad después de la segunda aplicación del producto, el tratamiento dos es estadísticamente superior.



**Figura 17.** Reducción de Infestación de *Varroa jacobsoni* después de la segunda aplicación.

Fuente: El autor.

#### 4.2.3. Porcentaje de Efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Tercera Aplicación

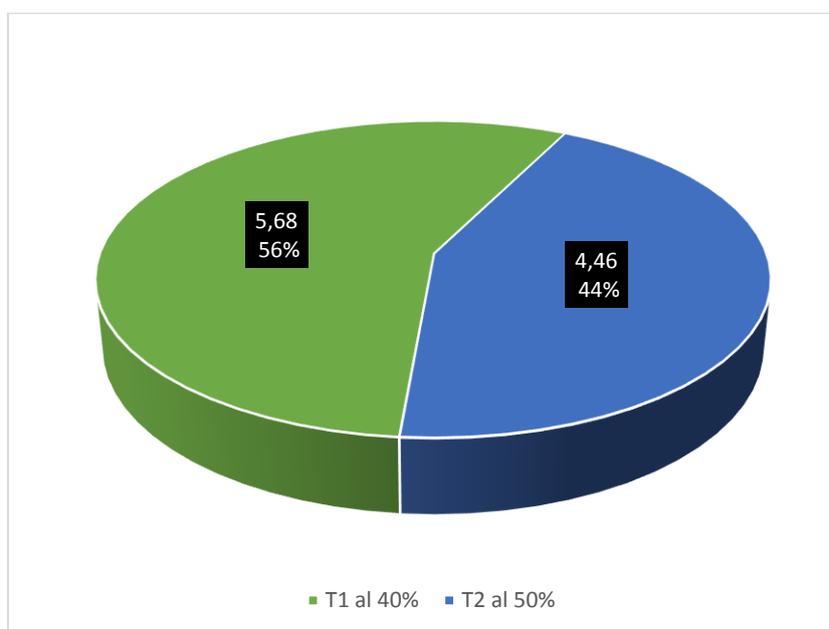
**Cuadro 10.** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* después de la tercera aplicación del producto para los dos tratamientos.

Nº COLMENAS	TERCERA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	6,18	5,28	11,46	5,73
2	4,26	4,55	8,81	4,41
3	3,75	4,26	8,01	4,01
4	3,86	1,60	5,46	2,73
5	10,33	6,59	16,92	8,46
<b>TOTAL</b>	<b>28,38</b>	<b>22,28</b>	<b>50,66</b>	<b>25,33</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>5,68</b>	<b>4,46</b>	<b>10,13</b>	<b>5,07</b>

Fuente: El Autor.

Después de la tercera aplicación se pudo observar que el tratamiento dos que tiene la concentración del 50% del Aceite esencial de *Ruta graveolens* es el que dio mejor resultado, disminuyendo el porcentaje de infestación del 7,15% al 4,46%, es decir existe una reducción del 2,69% de infestación, obteniendo una efectividad de 37,62% del producto aplicado.

Por otro lado, el tratamiento uno que tiene la concentración del 40% del producto, disminuye el porcentaje de infestación del 6,56% al 5,68%, es decir existe una reducción del 0,88% de infestación obteniendo, una efectividad de 13,41% del producto aplicado. El porcentaje de efectividad después de la tercera aplicación del producto, el tratamiento dos es estadísticamente superior.



**Figura 18.** Reducción de Infestación de *Varroa jacobsoni* después de la tercera aplicación.

**Fuente:** El Autor.

#### 4.2.4. Porcentaje de Efectividad del Aceite Esencial de Ruda Después de la Cuarta Aplicación

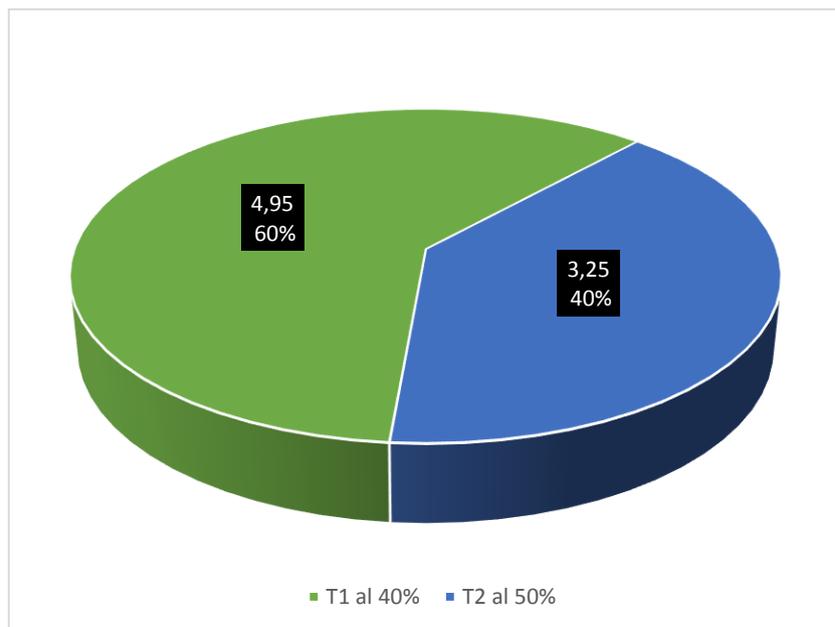
**Cuadro 11.** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* después de la cuarta aplicación del producto para los dos tratamientos.

Nº COLMENAS	CUARTA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	5,94	4,88	10,82	5,41
2	4,10	3,25	7,35	3,68
3	2,55	1,25	3,80	1,90
4	2,50	1,01	3,51	1,76
5	9,64	5,88	15,52	7,76
<b>TOTAL</b>	<b>24,73</b>	<b>16,27</b>	<b>41,00</b>	<b>20,50</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,95</b>	<b>3,25</b>	<b>8,20</b>	<b>4,10</b>

Fuente: El Autor.

Luego después de la cuarta aplicación se pudo observar que el tratamiento dos que tiene la concentración del 50% del Aceite esencial de *Ruta graveolens* es el que dio mejor resultado, disminuyendo el porcentaje de infestación del 4,46% al 3,25%, es decir existe una reducción del 1,20% de infestación, obteniendo una efectividad de 26,97% del producto aplicado.

Por otro lado, el tratamiento uno que tiene la concentración del 40% del producto, disminuye el porcentaje de infestación del 5,68% al 4,95%, es decir existe una reducción del 0,63% de infestación, obteniendo una efectividad de 12,86% del producto aplicado. El porcentaje de efectividad después de la cuarta aplicación del producto, el tratamiento dos es estadísticamente superior.



**Figura 19.** Reducción de Infestación de *Varroa jacobsoni* después de la cuarta aplicación.

**Fuente:** El Autor.

En conclusión en el tratamiento dos inicia la infestación con el 16,08% y el termina con 3,3%, existiendo una efectividad de 79,77%. El tratamiento uno inicia con 12,12% de infestación y termina con 4,95%, existiendo una efectividad de 59,42%.

**4.3. CUADRO RESUMEN DE LA CONCENTRACIÓN ADECUADA DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA, PARA LA ELIMINACION DE LA VARROA JACOBSONI EN LAS COLMENAS ESTUDIADAS.**

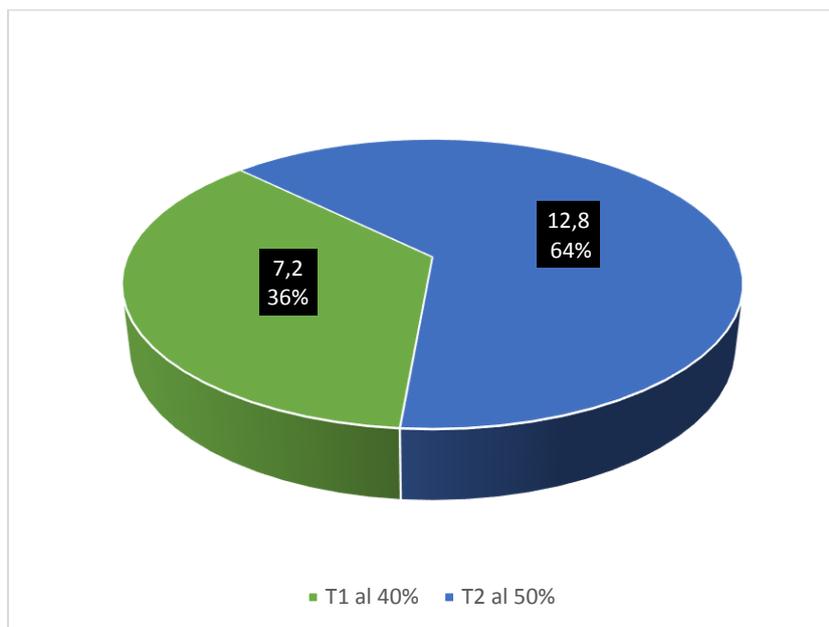
**Cuadro 12.** Concentración adecuada del Aceite esencial de ruda.

Nº COLMENAS	T1 ACEITE ESENCIAL DE RUDA AL 40%			T2 ACEITE ESENCIAL DE RUDA AL 50%			TOTAL	PROMEDIO
	% Inicial de Infestación	% Final de Infestación	% de Reducción	% Inicial de Infestación	% Final de Infestación	% de Reducción		
1	12,59	5,94	6,65	8,11	4,88	3,23	9,88	4,94
2	12,15	4,10	8,05	6,17	3,25	2,92	10,97	5,49
3	6,19	2,55	3,64	19,32	1,25	18,07	21,71	10,86
4	15,50	2,50	13,00	11,49	1,01	10,48	23,48	11,74
5	14,16	9,64	4,52	35,33	5,88	29,45	33,97	16,99
<b>TOTAL</b>	<b>60,59</b>	<b>24,73</b>	<b>35,86</b>	<b>80,42</b>	<b>16,27</b>	<b>64,15</b>	<b>100,01</b>	<b>50,01</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>12,12</b>	<b>4,95</b>	<b>7,17</b>	<b>16,08</b>	<b>3,25</b>	<b>12,83</b>	<b>20,00</b>	<b>10,00</b>

Fuente: El Autor.

El tratamiento uno con una concentración del 40% de del producto, que inicia con un promedio de 12,12% de infestación, luego de la cuarta aplicación se reduce la infestación a 4,95% existiendo una disminución de 7,17% de infestación.

En la concentración adecuada del producto, con el tratamiento dos al 50% concentración se obtiene una mayor reducción de la infestación.



**Figura 20.** Concentración adecuada del aceite esencial de *Ruta graveolens*.

**Fuente:** El Autor

#### 4.4. PORCENTAJE DE TOXICIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA

En lo que respecta a la toxicidad del producto se lo evaluó, mediante la observación directa dentro y fuera de las colmenas; se procedió a determinar con los tres parámetros plantiados en la metodología que el aceite esencial de *Ruta graveolens* no afecta en el comportamiento de las abejas en aspectos como agresividad, somnolencia y mortalidad de las mismas.

#### 4.5. PRODUCCION DE MIEL

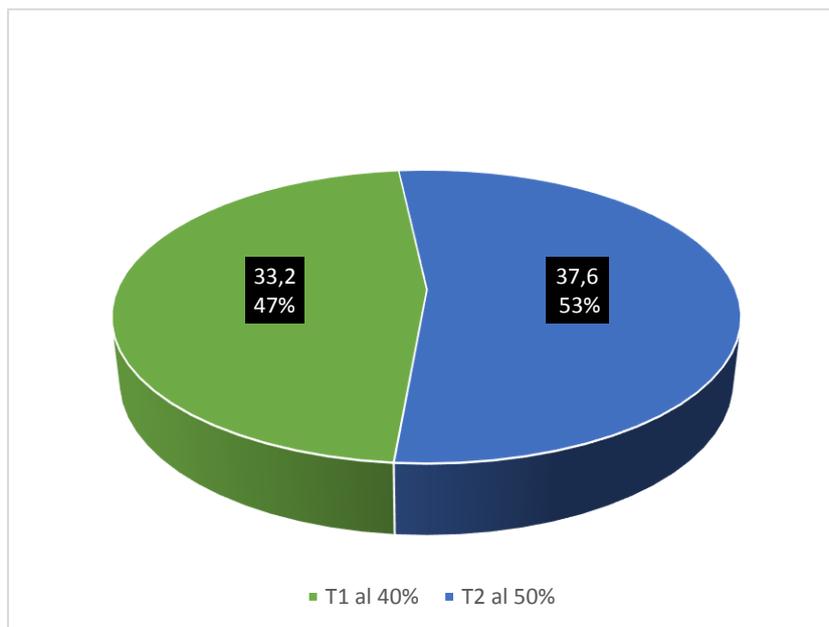
##### 4.5.1. Producción de Miel en la Primera Cosecha

**Cuadro 13.** Producción de miel en libras en la primera cosecha en los dos tratamientos.

Nº COLMENAS	PRODUCCION DE MIEL - COSECHA # 1		TOTAL	PROMEDIO
	T1 al 40% Producción	T2 al 50% Producción		
1	32	35	67,00	33,50
2	33	39	72,00	36,00
3	36	42	78,00	39,00
4	38	43	81,00	40,50
5	27	29	56,00	28,00
<b>TOTAL</b>	<b>166</b>	<b>188</b>	<b>354,00</b>	<b>177,00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>33,20</b>	<b>37,60</b>	<b>70,80</b>	<b>35,40</b>

**Fuente:** El Autor.

En el cuadro catorce, se puede observar la producción de miel en libras de la primera cosecha, las colmenas del tratamiento dos con la concentración al 50% de Aceite esencial de *Ruta graveolens* tuvo una producción de 37,6 lbs de miel, mientras que las colmenas del tratamiento uno con la concentración al 40% del producto, tuvo una producción de 33,2 lbs. En la producción de miel de la primera cosecha, el tratamiento dos es superior.



**Figura 21.** Producción de miel en libras de la cosecha N° 1 en los dos tratamientos.

**Fuente:** El Autor

#### 4.5.2. Producción de miel en la segunda cosecha

**Cuadro 14.** Producción de miel en libras en la segunda cosecha en los dos tratamientos.

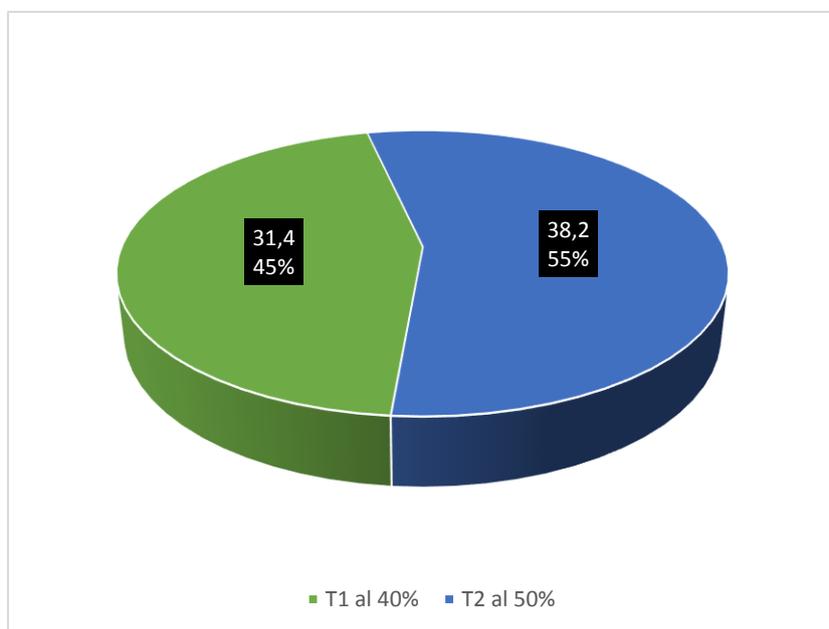
N° COLMENAS	PRODUCCIÓN DE MIEL - COSECHA # 2		TOTAL	PROMEDIO
	T1 al 40% Producción	T2 al 50% Producción		
1	29	38	67,00	33,50
2	32	39	71,00	35,50
3	34	41	75,00	37,50
4	35	43	78,00	39,00
5	27	30	57,00	28,50
<b>TOTAL</b>	<b>157</b>	<b>191</b>	<b>348,00</b>	<b>174,00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>31,40</b>	<b>38,20</b>	<b>69,60</b>	<b>34,80</b>

**Fuente:** El Autor.

En el cuadro catorce, se puede observar la producción de miel en libras de la segunda cosecha, las colmenas del tratamiento dos con la concentración al 50% de Aceite esencial de *Ruta graveolens* tuvo una producción de 38,2 lbs de miel, mientras que las colmenas del tratamiento uno con la concentración al 40% del producto, tuvo una producción de 31,4 lbs. En cuanto a la producción de miel en la segunda cosecha, el tratamiento dos es superior.

La producción total de miel del tratamiento dos con 75,8 lbs, fue superior al tratamiento uno que obtuvo una producción de 63,6 lbs de miel,

En conclusión al incrementarse el nivel de infestación de varroa en las colmenas, la producción de miel baja significativamente, por lo tanto se recomienda un tratamiento urgente para contrarrestar la enfermedad y por ende incrementar la producción de miel, afirmando con lo manifestado por Medina y Guzmán, (2011). Así como lo publicado por (Valle, Y et al. 2008), que obtuvo bajos índices de infestación de varroa y una excelente producción de miel de 30 a 50 kg/col/año



**Figura 22.** Producción de miel en libras de la cosecha N° 2 en los dos tratamientos.

**Fuente:** El Autor

#### 4.6. RENTABILIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE *RUTA GRAVEOLENS*

**Cuadro 15.** Costos parciales por colmena, por tratamiento de varroasis en los dos tratamientos con aceite esencial de *Ruta graveolens*; comparados con otro producto sistémico (Amitraz).

<b>COSTO DE TRATAMIENTO AL 40% DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA POR COLMENA</b>				
<b>CONCEPTO</b>	<b>U. MEDIDA</b>	<b>COSTO U.\$</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO T. \$</b>
Aceite E. de Ruda	ml	3,75	1,54	5,78
Dietanolamida (Excipiente)	ml	0,09	2,30	0,21
Dispositivo de aplicación	unidades	0,21	1,00	0,21
<b>TOTAL</b>		<b>4,05</b>		<b>6,19</b>
<b>COSTO DE TRATAMIENTO AL 50% DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA POR COLMENA</b>				
Aceite E. de Ruda	ml	3,75	1,92	7,20
Dietanolamida (Excipiente)	ml	0,07	1,92	0,13
Dispositivo de aplicación	unidades	0,21	1,00	0,21
<b>TOTAL</b>		<b>4,03</b>		<b>7,54</b>
<b>COSTO DEL TRATAMIENTO POR COLMENA CON AMITRAZ</b>				
Amitraz	ml	0,25	8,00	2,00
Papel filtro	corte necesario	1,00	1,00	1,00
Agua destilada	ml	0,01	2,35	0,02
<b>TOTAL</b>		<b>1,26</b>		<b>3,02</b>

Fuente: El Autor.

Como se puede observar en el cuadro dieciséis, el tratamiento dos con la concentración al 50% del aceite esencial de *Ruta graveolens* es el de mayor costo, con 7,54\$ dólares por colmena, el tratamiento uno al 40% de concentración del producto costó 6,19\$ dólares por colmena. Comparándolo con un producto sistémico el costo del tratamiento para varroa baja considerablemente, obteniendo un precio de 3,02\$ dólares por colmena.

Los tratamientos con aceite esencial de *Ruta graveolens*, resultaron ser poco rentables en costo, pero generan gran impacto desde el punto de vista social al ofrecer miel sin efectos residuales, por que se obtiene un producto sano. Asimismo resulta inofensivo para la vida de las abejas permitiendo incrementar la población de la colonia lo cual garantiza que ayuden a la polinización del sector agrícola al momento de salir a pecorear; en cambio es efectiva (79,77%) para combatir la Varroasis en los apiarios de la zona.

Por otro lado existen un sin número de tratamientos para el control de la Varroa en los apiarios. Uno de ellos es el tratamiento con Amitraz utilizado por Guerra, A; Narváez, H y Mayanquer, R (2013), es un producto sistémico que hoy en día se lo utiliza con frecuencia para contrarrestar la Varroasis, resulta ser efectivo y bajo en costo a diferencia del aceite esencial de ruda, pero con algunas desventajas que deja residualidad en todos los productos de la colmena, ocasionando grandes pérdidas económicas, su tiempo de retiro es de 60 días como mínimo después de la última aplicación para poder cosechar la miel; afecta a las abejas causando una gran mortalidad, por ser un producto químico tóxico afecta el medio ambiente y por ende a la salud de las personas.

## 5. DISCUSION

### 5.1. PORCENTAJE DE INFESTACIÓN DE *VARROA JACOBSONI OUDEMANS* AL INICIO DE LA INVESTIGACION

El porcentaje promedio de infestación de *Varroa jacobsoni* en abejas adultas al inicio de la investigación fue de 14,10%, siendo superiores a los planteados por Chamba, W (2009), utilizando quince colmenas tipo langstroth, iniciaron con un promedio de infestación con *Varroa jacobsoni* de 11,27%.

Según Guerra, A; Narváez, H y Mayanquer, R (2013), los resultados obtenidos al inicio de la investigación en relación con el porcentaje de infestación en abejas adultas de 9,41 a 17,21% García, C (2009), menciona que el porcentaje de estuvo comprendido entre 2.84% y 19.63%. Asi mismo Medina y Guzmán, (2011), manifiestan que el porcentaje promedio de infestación que obtuvieron fue de 8,44% en 32 colmenas. La diferencia existente en los porcentajes iniciales de infestación se debe a los factores climáticos existentes de acuerdo a los lugares o pisos altitudinales de ubicación de los apiarios en las cuales se realizaron las investigaciones.

Según Vandame, R (2009), mencionan que cuando el porcentaje es superior al 5% se debe aplicar un tratamiento, si no se lo hace la producción miel se verá afectada e incluso puede llegar a desaparecer la colmena si supera los porcentajes antes mencionados. Sin embargo Eguaras, M; del Hoyo, M y Ruffinengo, S (1999), recomienda realizar tratamiento cuando la infestación supera el 10%.

## **5.2. PORCENTAJE DE EFECTIVIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*)**

Una vez obtenido los resultados, con el producto aplicado con la concentración al 50%, se alcanzó una efectividad de 79,77% existiendo diferencia con los resultados obtenidos por Chamba, W (2009), quien alcanzo una efectividad del 98,18% al utilizar el Aceite esencial de altamis al 50%.

García, C (2009), utilizando el aceite esencial de Eucalipto obtuvo una eficacia similar con el 80%, a diferencia del aceite esencial de Neem con el que obtuvo solamente un porcentaje de efectividad del 53,62%.

Flores, J et al. (1997), en un experimento de laboratorio utilizando 0,5 ml de aceite esencial de Ruda, obtiene el 100% de efectividad con una mortalidad del 100% de abejas antes de las 24 horas y bajándole la dosis a 0,1 ml obtiene una efectividad del 100% con una mortalidad de abejas del 10 al 40%.

Muñoz, O y Montes, M (2004), Manifiestan que la Ruda está constituida en la mayoría por sesquiterpenos como principio activo que le atribuye a la planta un efecto antihelmíntico, y sedante, se estima valores de 0,2 a 0,7% de Aceite esencial en toda la planta. La Varroa ataca principalmente al sistema nervioso bloqueándolo y produciendo somnolencia, así mismo en el sistema circulatorio afecta directamente a la hemolinfa ya que de ella sobrevive, es de vital importancia que se alimenten de la hemolinfa de las abejas, pero con el efecto de la ruda los paraliza y por ende caen de las abejas y mueren.

Ríos, J (2014), afirma que la planta de Altamis tiene la propiedad de ser acaricida por la absintina que es una sustancia ácida y de otros principios activos que se encuentran en la planta, mismos que actuaron contra Varroa jaconsoni, específicamente en el sistema respiratorio ya que el producto utilizado fue el extracto de Ambrosia artemisioides, combinado con un aceite esencial natural, el cethiol, en calidad de excipiente. Una vez que el ácaro absorbe esta combinación

de aceites se provoca en él, un estado de somnolencia lo cual lo obliga a desprenderse de la abeja y celdas, cayendo en la base de la colmena, donde luego de seis u ocho horas se produce la muerte.

### **5.3. CONCENTRACIÓN ADECUADA DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA, PARA LA ELIMINACION DE LA VARROASIS (*Varroa jacobsoni*) EN LAS COLMENAS ESTUDIADAS.**

La concentración adecuada del producto para combatir el acaro *Varroa jacobsoni* durante la investigación, determinamos que la concentración con mejor resultado para el control de la Varroasis fue la del tratamiento dos al 50% de Aceite esencial de *Ruta graveolens*, disminuyendo la población de varroas del 16, 08% a 3,25%

Chamba, W (2009), obtuvo resultados similares, en la cual la concentración que mejor respuesta tuvo es con la del 50% de Aceite Esencial de Altamis, obteniendo una disminución de la infestación del 11% al 2,2% con dicha concentración.

García, C (2009), utilizando el aceite esencial de Eucalipto al 5% de concentración fue efectivo eliminando casi en su totalidad disminuyendo celdas infestadas en las colmenas de un porcentaje de 7.59% a 1.29 % en un periodo de 60 días, en cambio con el aceite esencial de Neem lo aplicaron al 15% de concentración, ya que disminuyó el porcentaje promedio de infestación de celdas de un valor de 5.46% a 1.67% en un periodo de 60 días.

### **5.4. PORCENTAJE DE TOXICIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE RUDA.**

En cuanto a la toxicidad se pudo observar que al momento de aplicar el producto, el comportamiento de las abejas fue normal, el mismo que fue evaluado en la agresividad de las abejas y por ende el número de picaduras, porcentaje de somnolencia y porcentaje de abejas muertas en la piquera. En este caso el Aceite Esencial de *Ruta graveolens* es atoxico para las abejas y es una alternativa para los apicultores de la Hoya de Loja y del País. Chamba, W (2009), obtuvo

resultados similares, en cuanto a la toxicidad del Aceite Esencial de Altamis el cual no presentó efectos tóxicos en las abejas.

García, C (2009), determina que los aceites esenciales de Eucalipto y de Neem, no tienen ningún efecto tóxico que causen mortalidad en las abejas.

Flores, J et al. (1997), Manifiestan que el aceite esencial de ruda es tóxico para las abejas en dosis de 0,5 ml, practicado en un ensayo de laboratorio provocó el 100% de mortalidad en las abejas con esta dosis y bajando la dosis a 0,1 ml fue de un 10 a 40% de mortalidad de las mismas.

## **5.5. PRODUCCIÓN DE MIEL**

En cuanto a la producción de miel se realizó dos cosechas en la investigación, obteniendo un total de 64,6 lbs con un promedio de 32,30 lbs por cosecha en el tratamiento uno y en el tratamiento dos se obtuvo una producción total de 75,80 lbs, con un promedio de 37,90 lbs.

Medina y Guzmán, (2011), Manifiesta que los valores medios de infestación y producción de miel fueron de 8,44% y 29,24 kg respectivamente, indicando que al incrementarse el nivel de Varroasis, la producción de miel se reduce de manera significativa y recomienda que colonias de abejas infestadas por *Varroa jacobsoni* sean sometidas a métodos de control que reduzcan la población del ácaro para contribuir a incrementar la producción de miel.

Valle, Y et al. (2008), Reportan que obtuvieron bajos índices de infestación por *Varroa jacobsoni* y buenos rendimientos de 30 hasta 50 kg/col/año de producción de miel, todo este comportamiento puede deberse a que las colonias de abejas, que han convivido por catorce años con el ácaro y que al parecer, han logrado cierta tolerancia al parásito estableciendo un equilibrio entre el Hospedero (abejas) – Medio ambiente – Agente etiológico (Varroa).

En México Arechavaleta, M et al. (2009), observaron que en colmenas no tratadas alcanzaron tasas de 6,3% de infestación y mostraron un rendimiento de 7,91 kg/col, mientras que en aquellas que eran tratadas las tasas se mantenían al 2,3 % y sus rendimientos eran de 13,09 kg/col. Por su parte Murilhas, A (2002), reporta que abejas *Apis mellifera* infestadas artificialmente con el ácaro *Varroa destructor* disminuyeron su producción de miel en un 45%.

Manrique, A (1995), señala que las colonias menos infestadas poseen mayor resistencia al parásito y al poseer una menor tasa reproductiva del ácaro se reducen los efectos depresivos sobre la producción de miel.

## **5.6. RENTABILIDAD DEL ACEITE ESENCIAL DE *RUTA GRAVEOLENS***

El aceite esencial de *Ruta graveolens*, resultó ser un producto inocuo y efectivo en un 79,77%, el tratamiento dos con la concentración al 50% del aceite esencial de ruda, si bien es el de mayor costo, pero el que dio mejor resultado en cuanto a efectividad y con ventajas importantes tales como: no deja residuos en la miel, polen y cera; mejora la producción, no es tóxico para las abejas, no contamina el medio ambiente, y se lo puede aplicar cualquier mes del año.

Chamba, W (2009), Utilizando el aceite esencial de *Altamisa* logró porcentajes superiores a los nuestros con un 98,18% de efectividad sobre la *Varroa*, tampoco provocó toxicidad alguna sobre las abejas, ni mucho menos en los productos de la colmena lo cual también garantiza que se lo puede utilizar sin ningún inconveniente.

Guerra, A; Narváez, H y Mayanquer, R (2013), utilizando Amitraz como producto sistémico resultó ser efectivo y rentable en costo por colmena a diferencia del aceite esencial de ruda, que obtuvo una efectividad del 91,02%, superando el porcentaje manifestado por Eguaras, M; del Hoyo, M y Ruffinengo, S (1999), el amitraz tiene una efectividad mayor al 90%, esto posiblemente a que la acción del amitraz es sistémico y tubo todas las condiciones favorables al disminuir el

número de varroas en las las abejas adultas en la fase forética y por ende en las crías. El amitraz se lo puede utilizar en época de invierno que corresponde a los meses de enero a abril, en la que hay menos entrada de miel y polen. La dosis de amitraz por colmena fue de 1 gramo, que equivale a 8 ml de amitraz. Se lo puede utilizar el amitraz como tratamiento selectivo en infestación de Varroa pero en épocas que no haya entrada de néctar y polen, para evitar su contaminación.

La apicultura es una herramienta más en la conservación de la naturaleza, y no puede verse excluida de los planes de conservación de especies, ecosistemas, reforestación y conservación de suelos, ya que es una interesante vida en comunidad, protagonizan, una de las funciones esenciales de la vida natural: la polinización. Su desaparición, por tanto, acarrea un serio problema en el mantenimiento de los ecosistemas (Encinas, 2011).

## 6. CONCLUSIONES

- ✓ El mayor porcentaje de infestación inicial con *Varroa jacobsoni*, la obtuvo el tratamiento dos con un promedio del 16,08%; Mientras que el tratamiento uno alcanzó una infestación del 12,12%.
- ✓ El mayor porcentaje de efectividad del Aceite esencial de ruda, lo obtuvo el tratamiento dos al 50% de concentración, con una efectividad del 79,77%; el tratamiento uno con una concentración del 40%, obtuvo una efectividad del 59,42%.
- ✓ El tratamiento dos con una concentración al 50% de Aceite esencial de ruda, obtuvo una disminución de 12,83% en la población de Varroa. El tratamiento uno al 40% de concentración del producto, obtuvo una disminución de 7,17% de la misma.
- ✓ La toxicidad del Aceite esencial de ruda sobre las abejas, fue nula en toda la investigación en las dos concentraciones al 40% y 50% del aceite esencial de *Ruta graveolens* y no representan peligro para las abejas en las concentraciones evaluadas.
- ✓ La producción de miel se vio afectada en un bajo porcentaje por Varroa al finalizar el trabajo investigativo, afirmando que de un 16,08% de infestación al inicio del estudio con el tratamiento dos, bajo consideradamente a un 3,25%; siendo el más efectivo y se obtuvo un promedio de producción de miel de 37,90 lbs en las dos cosechas.
- ✓ El aceite esencial de Ruda es inocuo, efectivo y útil para controlar la Varroasis en la zona, a pesar de su elevado costo por tratamiento, se lo puede aplicar en cualquier época del año; a diferencia de otros productos sintéticos, sistémicos, orgánicos que se los utiliza en determinadas estaciones del año.

## 7. RECOMENDACIONES

- ✓ Revisión planificada de los apiarios para prevenir y controlar la presencia del ácaro en las colmenas.
- ✓ Crear conciencia en el apicultor sobre las medidas de control del ácaro mediante capacitaciones a fin de que el propio productor lleve a cabo el control en sus apiarios.
- ✓ Planificar y ejecutar calendarios sanitarios locales de tratamiento en forma integral ya que la mayoría de los productos actúan más en la fase forética de las abejas.
- ✓ Realizar trabajos de diagnóstico relacionados con la infestación de *Varroa jacobsoni* en apiarios ubicados en diferentes pisos altitudinales, por cuanto los porcentajes de infestación varían de acuerdo a los factores climáticos, de esta manera contar con una base de datos confiables.
- ✓ Investigar la efectividad con aceites esenciales de otras especies vegetales y con diferentes concentraciones.
- ✓ Realizar de 5 a 6 tratamientos con menos intervalo de días entre tratamientos.
- ✓ Difundir los resultados obtenidos como medio alternativo de control de *Varroa* en apicultura de la zona.
- ✓ El aceite de *Ruta graveolens* se lo recomienda por ser un producto inocuo y libre de residualidad en los productos finales de las colmenas, pese a su elevado costo es rentable por su efectividad e incidencia en la producción garantizando un producto de calidad para el consumo de las personas.

## 8. BIBLIOGRAFIA.

1. **Aguirre, L et al. (2001).** Caracterización morfológica de *Varroa jacobsoni* *oudemans* (acari: varroidae) en Baja California Sur, México. XV Seminario Americano de Apicultura. Tepic, Nayarit. México. Pp 81-96.
2. **Arechavaleta, M et al. (2009).** Niveles de resistencia del ácaro *Varroa destructor*. Al fluvalinato y a la flumetrina. Memorias de la XLV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Saltillo, Coah. México. Octubre 19-24. Pp.137.
3. **Bacci, M (2008).** Tratamiento y productos para el control de *Varroa*. Disponible en: [www.sada.org.ar](http://www.sada.org.ar) [Consultado: 22/03/14, 16:20 PM].
4. **Baltierra, V (2003).** Prevalencia de Varroasis en la Sociedad de Apicultores de San José De Gracia, Municipio de Marcos Castellanos Michoacán. (Tesis de licenciatura). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Michoacán de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. Pp 345- 357.
5. **Becerra, G et al. (2005).** Efectos genéticos del comportamiento de acicalamiento de abejas (*Apis mellifera* L.) europeas, africanizadas y sus híbridos. 12º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tepic Nayarit. México. Pp. 25-27.
6. **Benedetti, C (1998).** Evolución de la Varroasis en la República Argentina: ventajas y desventajas de los métodos utilizados para combatirla. IV Congreso Ibero Latinoamericano de Apicultura. Yucatán. México Pp. 56- 68.
7. **Calatayud, B (2008).** La Varroasis de las abejas: nuevos conocimientos y su aplicación práctica. Córdoba, Argentina. Pp 34 -39.
8. **Casanova, O y Sierra, (2008).** Daños causados a *Varroaja cobsoni* (acaridermacidae) por comportamiento Grooming de abejas africanizadas (himenóptera: apidae). pp.12-19.

9. **Chamba, W (2009).** TESIS “EL ACEITE ESENCIAL DE Ambrosia artemisioides, COMO CONTROLADOR DE LA VARROASIS Varroa destructor EN ABEJAS Apis mellífera” pg. 40-70.
10. **Correa, B y Guzmán, (1996).** Resistencia de abejas melíferas (Apis mellífera ligustica) al ácaro Varroa Jacobsoni O. X Seminario de Apicultura. Veracruz, México. pp. 1-7.
11. **Dadant, et al. (1975).** La Colmena y la Abeja Melífera. Editorial, Hemisferio azul. España. 47 p.
12. **Eguaras, M; del Hoyo, M y Ruffinengo, S (1999).** Varroasis en la Argentina. PROAPI/702.
13. **Flores, J et al. (1997).** Control de varroasis. Investigaciones sobre tratamientos alternativos en el sur de España. Vida Apícola, 84: 45-49.
14. **García, C (2009).** Tesis “Evaluación de tres productos naturales para el control alternativo del ácaro varroa (varroa destructor anderson&truman) en colmenas de abejas (apis mellífera l.) usando gel como sustrato portador” Guatemala.pg.49-79.
15. **Gómez, P (2007).** Mecanismos biológicos de defensa de la colmena. IX Jornada Malagueña de Apicultura. pp. 23- 31.
16. **Guerra, A; Narváez, H y Mayanquer, R (2013)** TESIS “EVALUACIÓN DE CINCO TRATAMIENTOS PARA EL CONTROL DEL ACARO “VARROA DESTRUCTOR” EN ABEJAS (Apis mellífera)” Quito, Abril/pg. 60-61.
17. **Guzmán, N (2007).** Comportamientos naturales que confieren resistencia a las abejas contra el acaro Varroa y cómo medirlos. Apitec. (64): pp. 23-27.
18. **Jadric, S et al. (2004).** El potencial de la selección de machos para la cría de abejas resistentes al ácaro Varroa destructor. Apitec. (46): pp4-11.

19. **Juvenal, I (1982).** “Realidad Histórica de la Apicultura en el Ecuador” Quito-Ecuador. pp. 1-25.
20. **Ledesma, W (2000).** Acicalamiento comparativo en abejas europeas y africanizadas a consecuencia de infestación artificial con *Varroajacobsoni*. XIV Seminario Americano de Apicultura. Tampico, Tamaulipas. México. pp. 91-93.
21. **Lesur, L (2002).** Manual de apicultura. Ed. Trillas. México, D. F. pp. 56-57.
22. **Liebig, G (1997).** La observación del desarrollo de las colonias como fundamento para la selección de docilidad, rendimiento de miel, baja tendencia a enjambrazón y resistencia a *Varroa*. 4º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Morelia, México. pp. 108-109.
23. **Llorente, M (1990).** Principales enfermedades de las abejas. (2ª ed.) Ed. Ministerio de Agricultura Pesca. Santiago de Chile. pp. 34 -39.
24. **Manrique, A (1995).** Prevalencia de *Varroa jacobsoni* en enjambres de abejas y su influencia en la producción de miel en el Estado de Miranda, Venezuela. *Veterinaria Tropical* 20: 121-129.
25. **Martinez, M (2003).** Profesor/ Facultad Química Farmacéutica/ Universidad de Antioquia/ “ACEITES ESENCIALES”/ Medellín, Colombia/ Febrero 2003/ pg. 1-2, 5-18.
26. **Medellin, R et al. (2013).** Comparación de un método directo e indirecto para medir el comportamiento de acicalamiento en colonias de abejas (*Apis mellifera*) infestadas con *Varroa destructor*. 13º Congreso Internacional de Actualización Apícola. San Luis Potosí, San Luis Potosí. México. pp. 51- 56.
27. **Medina y Guzmán, (2011).** “Efecto del nivel de infestación de *Varroa destructor* sobre la producción de miel de colonias de *Apis mellifera* en el altiplano semiárido de México *RevMexCiencPecu* 2011;2 (3):313-317

- 28. Mabus y Bruyn, (1999).** El daño causado por Varroa. Apitec. Texcoco México (14):pp. 9-12.
- 29. Moncada, A (2004).** Evaluación del comportamiento de acicalamiento (Grooming) de abejas *Apis mellifera*. con relación al acaro *VarroaJacobsonioud*. en la columna de Padre de las Casas, IX región. (Tesis de licenciatura) Temuco, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Agronomía. Temuco, Chile. pp. 56- 63.
- 30. Moreno, A (2008).** Manual Control de Enfermedades Apícolas (Descripción, Diagnóstico y Tratamiento). Red Nacional Apícola, Chile. 60p.
- 31. Muñoz, O y Montes, M (2004).** "PLANTAS MEDICINALES DE USO EN CHILE: QUÍMICA Y FARMACOLOGÍA"/ Editorial Universitaria/ Enero del 2004/ pg. 16.
- 32. Murilhas, A (2002).** Varroa destructor infestation impact on *Apis mellifera* carnica capped worker brood production, bee population and honey storage in a Mediterranean climate. *Apidologie* 33 (2002) P: 271–281.
- 33. Nazzi, F et al. (2007).** Atracción de Varroa destructor por las señales de cría, sobre la base de las señales emitidas por el alimento larval. Córdoba Argentina pp. 128 133.
- 34. Oliveira, M; Velazquez, D y Bermudez, A (2005).** "LA INVESTIGACIÓN ETNOBOTÁNICA SOBRE PLANTAS MEDICINALES"/ Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América/ Vol. 30/ N°. 8/2005/pg. 453-459.
- 35. Orantes, J (1996).** ABEJAS EN PELIGRO: Diez años de Varroasis en España. Revista QUERCUS, N° 130.
- 36. Ortuño, S y Manuel, Fco (2007).** "MANUAL PRACTICO DE ACEITES ESENCIALES, AROMAS Y PERFUMES"/ Editorial Aiyana/ Capítulo 1.3 Composición química de un aceite esencial/ pg. 14.

37. **Otis, G et al. (2005).** Infestación del ácaro Varroa en abejas (*Apis mellifera*) en colonias francesas y canadienses: qué es la resistencia al ácaro. 12º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Tepic, Nayarit. México. pp.71-74.
38. **Peniche, G (2007).** Control de Varroasis de las abejas con manejo tipo orgánico. Apitec. Yucatán México (65): pp. 4-8.
39. **Polaino, C (2007).** Manual Práctico del Apicultor. Editorial MMVI. Madrid España. 393 p.
40. **Prost, J (2001).** Apicultura Conocimiento de la abeja, manejo de la Colmena, Ediciones Mundi prensa. Terceraedición. Buenos Aires Argentina. pp.1- 741.
41. **Ramos, D (2000).** Influencia de la pérdida de peso en la capacidad reproductiva de los zánganos parasitados por el ácaro Varroa jacobsoni. 7º Congreso Internacional de Actualización Apícola. Veracruz, México. Pp 13- 24.
42. **Ríos, J (2014).** Plantas Medicinales de Panamá.-Altamisa.  
<http://plantasmedicinalesdepanama.blogspot.com/2014/09/01/archive.html>
43. **Root, A (2003).** Abc y xyz de Apicultura. Agt editor. Pp. 35-44 y 602-605.
44. **Rosales, C (2007).** Comportamiento higiénico en abejas melíferas (*Apis mellifera*) en Zacatecas. RevistaInvestigaciónCientífica. Vol. 3. Pp. 2.
45. **Sagarpa, (2008).** Manual de patología apícola. Coordinación General de Ganadería. Programa nacional para el control de la abeja africana. México. 183 p.
46. **Sanhueza, M (1991).** Estudio farmacognóstico de *Ruta graveolens*. Tesis de diploma. Inst. de Farm y Alimento. La Habana.
47. **Schopflocher, R (1996).** Apicultura lucrativa. 10º edición. Ed. Albatros. Buenos Aires, República Argentina. Pp. 9-12, 182-183.

- 48. Universidad de Montpellier II, (2009).** Laboratorio de Patología Comparada.
- 49. Valle, Y et al. (2008).** Relación entre las variables meteorológicas, las tasas de infestación por Varroa y la producción de miel en colmenas de producción de (Apis Melíferas) de la provincia de Granma. II Seminario Internacional de Medicina Veterinaria. Agrocienza 2009. ISBN 978-959-16-1054-6.
- 50. Vandame, R (2009).** Abejas europeas y abejas africanizadas en México: la tolerancia a Varroa jacobsoni: Primera parte: Biología de Varroa. México. Pp 32-37.
- 51. Yáñez, R (2004).** Evaluación de 2 formas de aplicación de vaselina líquida para el control del ácaro VarroaJacobsonioudemans en abejas Apis mellíferas, en la comuna de Freire sector San Ramón, IX región, durante el periodo otoñal 2002. (Tesis de licenciatura). Facultad De Ciencias Agropecuarias y Forestales, Escuela de Agronomía. Temuco, Chile. 12. P.
- 52.** Los Esenciales. Moles y Bits: Educacion en Ciencia y Tegnologia. (2013). <http://www.molesybits.es/2013/02/los-esenciales.html> [Consulta:30/07/2016]
- 53.** Control de Varroasis. Wikipedia. (2011). <http://es.wikipedia.org/wiki/Varroa/2011>. [Consulta:28/02/2016]
- 54.** Las Abejas. La Chachipedia. (2014). [http://lachachipedia.blogspot.com/2014\\_04\\_01\\_archive.html](http://lachachipedia.blogspot.com/2014_04_01_archive.html) [Consulta:10/03/2016]
- 55.** Varroasis. Apinetla. (2004). <http://www.apinetla.com.ar/ar/sanidad/varroa.htm> [Consulta: 12/03/2016]
- 56.** Patologia Apicola. Universidad Federal de Lavras: Departamento de Entomologia. (2011).<http://www.den.ufla.br/siteantigo/Professores/Alcides/Disciplinas/patologia%20apicola.pdf> [Consulta: 15/03/2016]

- 57.** Familias Rutáceas. Universidad Politecnica de Valencia. (2015)  
<http://www.euita.upv.es/varios/biologia/temas%20angiospermas/R%C3%B3sidas/Rut%C3%A1ceas/Rut%C3%A1ceas.htm> [Consulta: 15/03/2016]
- 58.** Datos Generales y Geograficos. Municipio de Loja. (2002).  
<http://www.loja.gob.ec/contenido/malacatos> [Consulta: 18/04/2016]
- 59.** Landangui. Google maps. (2013).  
<https://www.google.com/maps/place/Landangui,+Ecuador/@-4.2072285>  
[Consulta: 25/07/2016]
- 60.** Gestión ambiental para la producción de la miel. Dirección nacional de Alimentación. (2011). <http://www.encinas.info/apicultura> [Consulta: 10/08/2016]
- 61.** Varroa. BiosCambio Forum. (2013).  
<http://www.bioscambio.it/forum/viewtopic.php?f=76&t=350v>  
[Consulta: 06/11/2013].

## 9. ANEXOS.

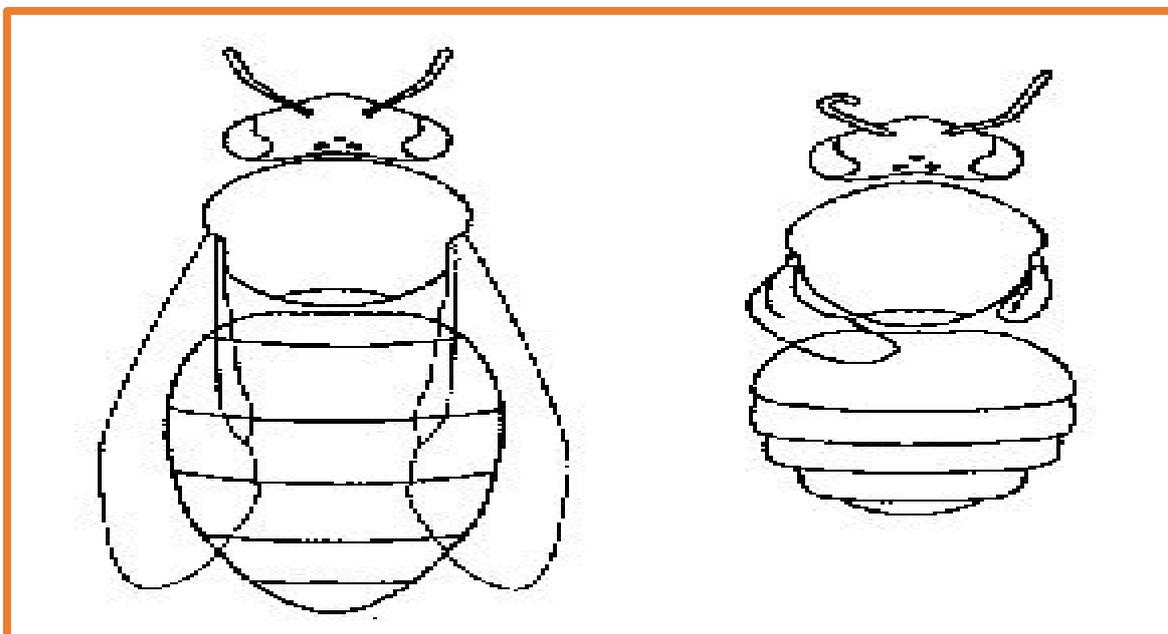
### UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

#### AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

#### CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

**TESIS:** “ELABORACIÓN DE UN ACARICIDA NATURAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*) PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa jacobsoni*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL EN EL BARRIO LANDANGUI DE LA PARROQUIA MALACATOS DEL CANTÓN LOJA”.

**Anexo N° 1:** Deformaciones causadas por Varroa a las abejas melíferas; a la izquierda una abeja normal, a la derecha una abeja parasitada durante su desarrollo.



**Fuente:** (Universidad de Montpellier II, 2009).

**Anexo N° 2:** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* al inicio de la investigación en ambos tratamientos.

### 1. Resultados Experimentales.

N° COLMENAS	TRATAMIENTOS		TOTAL	PROMEDIO
	T1 % de infestación inicial	T2 % de infestación inicial		
1	12,59	8,11	20,70	10,35
2	12,15	6,17	18,32	9,16
3	6,19	19,32	25,51	12,76
4	15,50	11,49	26,99	13,50
5	14,16	35,33	49,49	24,75
<b>TOTAL</b>	<b>60,59</b>	<b>80,42</b>	<b>141,01</b>	<b>70,51</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>12,12</b>	<b>16,08</b>	<b>28,20</b>	<b>14,10</b>

#### 1. Termino de corrección.

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t} \quad TC = \frac{(141,01)^2}{(5) \cdot (2)} \quad TC = 1988,38$$

#### 2. Suma de cuadrados totales.

$$\begin{aligned} SCT &= \sum y^2 - TC \\ &= (12,59)^2 + \dots + (35,33)^2 - 1988,38 \\ &= 2642,53 - 1988,38 \\ &= 654,15 \end{aligned}$$

#### 3. Suma de cuadrados de los bloques.

$$\begin{aligned} SCb &= \frac{\sum y^2}{t} - TC \\ &= \frac{(20,70)^2 + \dots + (49,49)^2}{2} - 1988,38 \\ &= 2295,48 - 1988,38 \\ &= 307,10 \end{aligned}$$

#### 4. Suma de cuadrados de tratamientos.

$$\begin{aligned}
 SCt &= \frac{\sum y^2}{b} - TC \\
 &= \frac{(60,59)^2 + (80,42)^2}{5} - 1988,38 \\
 &= 2027,70 - 1988,38 \\
 &= \mathbf{39,32}
 \end{aligned}$$

#### 5. Suma de cuadrado del error.

$$\begin{aligned}
 SCe &= SCT - SCb - SCt \\
 &= 654,15 - 307,10 - 39,32 \\
 &= \mathbf{307,73}
 \end{aligned}$$

#### 6. ANVA.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>F0,05</b>	<b>F0,01</b>
<b>Bloques</b>	4	307,10	76,77	0,99	6,39	16,00
<b>Tratamientos</b>	1	39,32	39,32	0,51	7,71	21,20
<b>Error</b>	4	307,73	76,93			
<b>Total</b>	9					

#### 7. Prueba de DUNCAN.

##### a) Desviación estándar de promedios.

$$Sx^- = \sqrt{\frac{CMe}{r}} \quad Sx^- = \sqrt{\frac{76,93}{5}} = \mathbf{3,92}$$

##### b) Valores de P.

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	15,40	15,71
<b>0,01</b>	25,51	26,65

**c) Ordenar promedios.**

Tratamientos:	II	I
Promedios:	80,42	60,59

**d) Comparación de promedios.**

$$II \text{ vs } I = 80,42 - 60,59 = 19,83 < 25,51 \text{ (NS)}$$

**e) Presentación de resultados.**

Tratamientos	Promedios	Significación
II	80,42	b
I	60,59	a

**f) Interpretación:**

El porcentaje de infestación inicial es estadísticamente superior en el tratamiento dos.

**Anexo N° 3:** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* a la primera aplicación del producto para los dos tratamientos.

**1. Resultados Experimentales.**

Nº COLMENAS	PRIMERA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	7,78	6,19	13,97	6,99
2	11,57	6,06	17,63	8,82
3	5,41	13,42	18,83	9,42
4	8,46	5,46	13,92	6,96
5	11,68	18,97	30,65	15,33
<b>TOTAL</b>	<b>44,90</b>	<b>50,10</b>	<b>95,00</b>	<b>47,50</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>8,98</b>	<b>10,02</b>	<b>19,00</b>	<b>9,50</b>

**2. Termino de corrección.**

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t}$$

$$TC = \frac{(95)^2}{(5) \cdot (2)}$$

$$TC = 902,50$$

**3. Suma de cuadrados totales.**

$$\begin{aligned}
 \text{SCT} &= \sum y^2 - \text{TC} \\
 &= (7,78)^2 \dots \dots \dots + (18,97)^2 - 902,50 \\
 &= 1044,33 - 902,50 \\
 &= \mathbf{141,83}
 \end{aligned}$$

**4. Suma de cuadrados de los bloques.**

$$\begin{aligned}
 \text{SCb} &= \frac{\sum y^2}{t} - \text{TC} \\
 &= \frac{(13,97)^2 \dots \dots \dots + (30,65)^2}{2} - 902,50 \\
 &= 996,86 - 902,50 \\
 &= \mathbf{94,36}
 \end{aligned}$$

**5. Suma de cuadrados de tratamientos.**

$$\begin{aligned}
 \text{SCt} &= \frac{\sum y^2}{b} - \text{TC} \\
 &= \frac{(44,90)^2 + (50,10)^2}{5} - 902,50 \\
 &= 905,20 - 902,50 \\
 &= \mathbf{2,70}
 \end{aligned}$$

**6. Suma de cuadrado del error.**

$$\begin{aligned}
 \text{SCe} &= \text{SCT} - \text{SCb} - \text{SCt} \\
 &= 141,83 - 94,36 - 2,70 \\
 &= \mathbf{44,77}
 \end{aligned}$$

**7. ANVA.**

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>Fc</b>	<b>F0,05</b>	<b>F0,01</b>
<b>Bloques</b>	4	94,36	23,59	2,10	6,39	16,00
<b>Tratamientos</b>	1	2,70	2,70	0,24	7,71	21,20
<b>Error</b>	4	44,77	11,19			
<b>Total</b>	9					

## 8. Prueba de DUNCAN.

### a) Desviación estándar de promedios.

$$Sx^{-} = \sqrt{\frac{CMe}{r}} \quad Sx^{-} = \sqrt{\frac{11,19}{5}} = 1,50$$

### b) Valores de P.

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	5,89	6,01
<b>0,01</b>	9,76	10,20

### c) Ordenar promedios.

Tratamientos:	II	I
Promedios:	50,10	44,90

### d) Comparación de promedios.

$$II \text{ vs } I = 50,10 - 44,90 = 5,20 < 9,76 \text{ (NS)}$$

### e) Presentación de resultados.

#### Tratamientos Promedios Significación

II	50,10	b
I	44,90	a

### f) Interpretación:

En el porcentaje de efectividad después de la primera aplicación del producto, el tratamiento dos es estadísticamente superior.

**Anexo N°4:** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* a la segunda aplicación del producto para los dos tratamientos.

### 1. Resultados Experimentales.

N° COLMENAS	SEGUNDA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	6,94	5,71	12,65	6,33
2	5,61	5,56	11,17	5,59
3	3,85	6,32	10,17	5,09
4	4,76	4,44	9,20	4,60
5	11,62	13,7	25,32	12,66
<b>TOTAL</b>	<b>32,78</b>	<b>35,73</b>	<b>68,51</b>	<b>34,26</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>6,56</b>	<b>7,15</b>	<b>13,70</b>	<b>6,85</b>

### 2. Terminó de corrección.

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t} \qquad TC = \frac{(68,51)^2}{(5) \cdot (2)} \qquad TC = 469,36$$

### 3. Suma de cuadrados totales.

$$\begin{aligned} SCT &= \sum y^2 - TC \\ &= (6,94)^2 + \dots + (13,70)^2 - 469,36 \\ &= 563 - 469,36 \\ &= 93,64 \end{aligned}$$

### 4. Suma de cuadrados de los bloques.

$$\begin{aligned} SCb &= \frac{\sum y^2}{t} - TC \\ &= \frac{(12,65)^2 + \dots + (25,32)^2}{2} - 469,36 \\ &= 556,98 - 469,36 \\ &= 87,62 \end{aligned}$$

### 5. Suma de cuadrados de tratamientos.

$$Sct = \frac{\sum y^2}{b} - TC$$

$$= \frac{(32,78)^2 + (35,73)^2}{5} - 469,36$$

$$= 470,23 - 469,36$$

$$= \mathbf{0,87}$$

#### 6. Suma de cuadrado del error.

$$SCe = SCT - SCb - SCt$$

$$= 93,64 - 87,62 - 0,87$$

$$= \mathbf{5,15}$$

#### 7. ANVA.

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0,01
<b>Bloques</b>	4	87,62	21,90	17,10	6,39	16,00
<b>Tratamientos</b>	1	0,87	0,87	0,67	7,71	21,20
<b>Error</b>	4	5,15	1,28			
<b>Total</b>	9					

#### 8. Prueba de DUNCAN.

##### a) Desviación estándar de promedios.

$$Sx^- = \sqrt{\frac{CMe}{r}} \quad Sx^- = \sqrt{\frac{1,28}{5}} = \mathbf{0,51}$$

##### b) Valores de P.

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	2,00	2,04
<b>0,01</b>	3,32	3,46

##### c) Ordenar promedios.

Tratamientos:      II                  I

Promedios:        35,73            32,78

##### d) Comparación de promedios.

$$II \text{ vs } I = 35,73 - 32,78 = 2,95 < 3,32 \text{ (NS)}$$

e) **Presentación de resultados.**

Tratamientos	Promedios	Significación
II	35,73	b
I	32,78	a

f) **Interpretación:**

En el porcentaje de efectividad después de la segunda aplicación del producto, el tratamiento dos es estadísticamente superior.

**Anexo N° 5:** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* a la tercera aplicación del producto para los dos tratamientos.

1. **Resultados Experimentales.**

Nº COLMENAS	TERCERA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	6,18	5,28	11,46	5,73
2	4,26	4,55	8,81	4,41
3	3,75	4,26	8,01	4,01
4	3,86	1,60	5,46	2,73
5	10,33	6,59	16,92	8,46
<b>TOTAL</b>	<b>28,38</b>	<b>22,28</b>	<b>50,66</b>	<b>25,33</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>5,68</b>	<b>4,46</b>	<b>10,13</b>	<b>5,07</b>

2. **Termino de corrección.**

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t} \qquad TC = \frac{(50,66)^2}{(5) \cdot (2)} \qquad TC = 256,64$$

3. **Suma de cuadrados totales.**

$$\begin{aligned} SCT &= \sum y^2 - TC \\ &= (6,18)^2 + \dots + (6,59)^2 - 256,64 \\ &= 304,72 - 256,64 \\ &= 48,08 \end{aligned}$$

4. **Suma de cuadrados de los bloques.**

$$\begin{aligned}
 SCb &= \frac{\sum y^2}{t} - TC \\
 &= \frac{(11,46)^2 \dots \dots \dots + (16,92)^2}{2} - 256,64 \\
 &= 294,60 - 256,64 \\
 &= 37,96
 \end{aligned}$$

**5. Suma de cuadrados de tratamientos.**

$$\begin{aligned}
 SCt &= \frac{\sum y^2}{b} - TC \\
 &= \frac{(28,38)^2 + (22,28)^2}{5} - 256,64 \\
 &= 260,36 - 256,64 \\
 &= 3,72
 \end{aligned}$$

**6. Suma de cuadrado del error.**

$$\begin{aligned}
 SCe &= SCT - SCb - SCt \\
 &= 48,08 - 37,96 - 3,72 \\
 &= 6,40
 \end{aligned}$$

**7. ANVA.**

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0,01
Bloques	4	37,96	9,49	5,93	6,39	16,00
Tratamientos	1	3,72	3,72	2,32	7,71	21,20
Error	4	6,40	1,60			
Total	9					

**8. Prueba de DUNCAN.**

**a. Desviación estándar de promedios.**

$$Sx^- = \sqrt{\frac{CMe}{r}} \quad Sx^- = \sqrt{\frac{1,6}{5}} = 0,57$$

**b. Valores de P.**

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	2,24	2,28
<b>0,01</b>	3,71	3,87

**c. Ordenar promedios.**

Tratamientos:	I	II
Promedios:	28,38	22,28

**d. Comparación de promedios.**

$$I \text{ vs } II = 28,38 - 22,28 = 6,10 < 3,71 \text{ (AS)}$$

**e. Presentación de resultados.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Significación</b>
I	28,38	a
II	22,28	b

**f) Interpretación:**

En el porcentaje de efectividad después de la tercera aplicación del producto, el tratamiento uno es estadísticamente superior.

**Anexo N° 6:** Porcentaje de infestación de *Varroa jacobsoni* a la cuarta aplicación del producto para los dos tratamientos.

**1. Resultados Experimentales.**

N° COLMENAS	CUARTA APLICACIÓN		TOTAL	PROMEDIO
	T1 Aceite esencial de ruda al 40%.	T2 Aceite esencial de ruda al 50%.		
1	5,94	4,88	10,82	5,41
2	4,10	3,25	7,35	3,68
3	2,55	1,25	3,80	1,90
4	2,50	1,01	3,51	1,76
5	9,64	5,88	15,52	7,76
<b>TOTAL</b>	<b>24,73</b>	<b>16,27</b>	<b>41,00</b>	<b>20,50</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>4,95</b>	<b>3,25</b>	<b>8,20</b>	<b>4,10</b>

**2. Termino de corrección.**

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t} \qquad TC = \frac{(41)^2}{(5) \cdot (2)} \qquad TC = 168,10$$

**3. Suma de cuadrados totales.**

$$\begin{aligned} SCT &= \sum y^2 - TC \\ &= (5,94)^2 + \dots + (5,88)^2 - 168,10 \\ &= 435,60 - 168,10 \\ &= 267,5 \end{aligned}$$

**4. Suma de cuadrados de los bloques.**

$$\begin{aligned} SCb &= \frac{\sum y^2}{t} - TC \\ &= \frac{(10,82)^2 + \dots + (15,52)^2}{2} - 168,10 \\ &= 219,36 - 168,10 \\ &= 51,26 \end{aligned}$$

### 5. Suma de cuadrados de tratamientos.

$$\begin{aligned}
 SC_t &= \frac{\sum y^2}{b} - TC \\
 &= \frac{(24,73)^2 + (16,27)^2}{5} - 168,10 \\
 &= 171,04 - 168,10 \\
 &= \mathbf{2,94}
 \end{aligned}$$

### 6. Suma de cuadrado del error.

$$\begin{aligned}
 SC_e &= SCT - SC_b - SC_t \\
 &= 267,5 - 51,26 - 2,94 \\
 &= \mathbf{26,70}
 \end{aligned}$$

### 7. ANVA.

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0,01
<b>Bloques</b>	4	51,26	12,81	1,92	6,39	16,00
<b>Tratamientos</b>	1	2,94	2,94	0,44	7,71	21,20
<b>Error</b>	4	26,70	6,67			
<b>Total</b>	9					

### 8. Prueba de DUNCAN.

#### a. Desviación estándar de promedios.

$$Sx^- = \sqrt{\frac{CMe}{r}} Sx^- = \sqrt{\frac{6,67}{5}} = 1,15$$

#### b. Valores de P.

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	4,51	4,61
<b>0,01</b>	7,48	7,82

#### c. Ordenar promedios.

Tratamientos:	I	II
Promedios:	24,73	16,52

**d. Comparación de promedios.**

$$I \text{ vs } II = 24,73 - 16,52 = 8,21 > 7,48 \text{ (AS)}$$

**e. Presentación de resultados.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Promedios</b>	<b>Significación</b>
I	24,73	a
II	16,52	b

**f) Interpretación:**

En el porcentaje de efectividad después de la cuarta aplicación del producto, el tratamiento uno es estadísticamente superior.

**Anexo N° 7:** Concentración adecuada del Aceite esencial de ruda.

**1. Resultados Experimentales.**

N° COLMENAS	T1 ACEITE ESENCIAL DE RUDA AL 40%			T2 ACEITE ESENCIAL DE RUDA AL 50%			TOTAL	PROMEDIO
	% Inicial de Infestación	% Final de Infestación	% de Reducción	% Inicial de Infestación	% Final de Infestación	% de Reducción		
1	12,59	5,94	6,65	8,11	4,88	3,23	9,88	4,94
2	12,15	4,10	8,05	6,17	3,25	2,92	10,97	5,49
3	6,19	2,55	3,64	19,32	1,25	18,07	21,71	10,86
4	15,50	2,50	13,00	11,49	1,01	10,48	23,48	11,74
5	14,16	9,64	4,52	35,33	5,88	29,45	33,97	16,99
<b>TOTAL</b>	<b>60,59</b>	<b>24,73</b>	<b>35,86</b>	<b>80,42</b>	<b>16,27</b>	<b>64,15</b>	<b>100,01</b>	<b>50,01</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>12,12</b>	<b>4,95</b>	<b>7,17</b>	<b>16,08</b>	<b>3,25</b>	<b>12,83</b>	<b>20,00</b>	<b>10,00</b>

**2. Termino de corrección.**

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t}$$

$$TC = \frac{(100,01)^2}{(5) \cdot (2)}$$

$$TC = 1000,2$$

### 3. Suma de cuadrados totales.

$$\begin{aligned}
 \text{SCT} &= \sum y^2 - \text{TC} \\
 &= (6,65)^2 \dots \dots \dots + (29,45)^2 - 1000,2 \\
 &= 1634,32 - 1000,2 \\
 &= \mathbf{634,12}
 \end{aligned}$$

### 4. Suma de cuadrados de los bloques.

$$\begin{aligned}
 \text{SCb} &= \frac{\sum y^2}{t} - \text{TC} \\
 &= \frac{(9,88)^2 \dots \dots \dots + (3,97)^2}{2} - 1000,2 \\
 &= 299,15 - 1000,2 \\
 &= \mathbf{197,07}
 \end{aligned}$$

### 5. Suma de cuadrados de tratamientos.

$$\begin{aligned}
 \text{SCt} &= \frac{\sum y^2}{b} - \text{TC} \\
 &= \frac{(35,86)^2 + (64,15)^2}{5} - 1000,2 \\
 &= 1080,23 - 1000,2 \\
 &= \mathbf{80,03}
 \end{aligned}$$

### 6. Suma de cuadrado del error.

$$\begin{aligned}
 \text{SCe} &= \text{SCT} - \text{SCb} - \text{SCt} \\
 &= 634,12 - 197,07 - 80,03 \\
 &= \mathbf{357,02}
 \end{aligned}$$

### 7. ANVA.

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0,01
<b>Bloques</b>	4	197,07	49,27	0,55	6,39	16,00
<b>Tratamientos</b>	1	80,03	80,03	0,86	7,71	21,20
<b>Error</b>	4	357,02	89,26			
<b>Total</b>	9					

## 8. Prueba de DUNCAN.

### a. Desviación estándar de promedios.

$$Sx^- = \sqrt{\frac{CMe}{r}} Sx^- = \sqrt{\frac{89,26}{5}} = 9,22$$

### b. Valores de P.

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	16,60	16,92
<b>0,01</b>	27,47	28,69

### c. Ordenar promedios.

Tratamientos:	II	I
Promedios:	64,15	35,81

### d. Comparación de promedios.

$$II \text{ vs } I = 64,15 - 35,81 = 28,34 > 27,47 \text{ (S)}$$

### e. Presentación de resultados.

Tratamientos	Promedios	Significación
II	64,15	b
I	35,81	a

### f) Interpretación:

En cuanto a la concentración del producto, el tratamiento dos es estadísticamente superior.

**Anexo N° 8:** Producción de miel en libras en la primera cosecha en los dos tratamientos.

### 1. Resultados Experimentales.

N° COLMENAS	PRODUCCION DE MIEL - COSECHA # 1		TOTAL	PROMEDIO
	T1 al 40% Producción	T2 al 50% Producción		
1	32	35	67,00	33,50
2	33	39	72,00	36,00
3	36	42	78,00	39,00
4	38	43	81,00	40,50
5	27	29	56,00	28,00
<b>TOTAL</b>	<b>166</b>	<b>188</b>	<b>354,00</b>	<b>177,00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>33,20</b>	<b>37,60</b>	<b>70,80</b>	<b>35,40</b>

### 2. Termino de corrección.

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t} \qquad TC = \frac{(354)^2}{(5) \cdot (2)} \qquad TC = 12531,6$$

### 3. Suma de cuadrados totales.

$$\begin{aligned} SCT &= \sum y^2 - TC \\ &= (32)^2 + \dots + (29)^2 - 12531,6 \\ &= 1039,7 - 12531,6 \\ &= 2134,6 \end{aligned}$$

### 4. Suma de cuadrados de los bloques.

$$\begin{aligned} SCb &= \frac{\sum y^2}{t} - TC \\ &= \frac{(67)^2 + \dots + (56)^2}{2} - 12531,6 \\ &= 2388,6 - 12531,6 \\ &= 11354,4 \end{aligned}$$

### 5. Suma de cuadrados de tratamientos.

$$\begin{aligned}
 SCt &= \frac{\sum y^2}{b} - TC \\
 &= \frac{(166)^2 + (188)^2}{5} - 12531,6 \\
 &= 34624,8 - 12531,6 \\
 &= \mathbf{22093,2}
 \end{aligned}$$

### 6. Suma de cuadrado del error.

$$\begin{aligned}
 S Ce &= SCT - SCb - SCt \\
 &= 2134,6 - 11354,4 - 22093,2 \\
 &= \mathbf{35582,2}
 \end{aligned}$$

### 7. ANVA.

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0,01
Bloques	4	11354,40	2838,60	0,32	6,39	16,00
Tratamientos	1	22093,20	22093,20	2,48	7,71	21,20
Error	4	35582,20	8895,56			
Total	9					

### 8. Prueba de DUNCAN.

#### a. Desviación estándar de promedios.

$$Sx^- = \sqrt{\frac{cMe}{r}} Sx^- = \sqrt{\frac{8895,56}{5}} = \mathbf{42,17}$$

#### b. Valores de P.

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	165,76	169,10
<b>0,01</b>	274,62	286,75

#### c. Ordenar promedios.

Tratamientos:	II	I
Promedios:	188	166

**d. Comparación de promedios.**

$$II \text{ vs } I = 188 - 166 = 22 < 274,52 \text{ (AS)}$$

**e. Presentación de resultados.**

Tratamientos	Promedios	Significación
II	188	b
I	166	a

**f) Interpretación:**

En cuanto a la producción de miel en la primera cosecha, el tratamiento dos es estadísticamente superior.

**Anexo N° 9:** Producción de miel en libras en la segunda cosecha en los dos tratamientos.

**1. Resultados Experimentales.**

N° COLMENAS	PRODUCCION DE MIEL-COSECHA # 2		TOTAL	PROMEDIO
	T1 al 40% Producción	T2 al 50% Producción		
1	29	38	67,00	33,50
2	32	39	71,00	35,50
3	34	41	75,00	37,50
4	35	43	78,00	39,00
5	27	30	57,00	28,50
<b>TOTAL</b>	<b>157</b>	<b>191</b>	<b>348,00</b>	<b>174,00</b>
<b>PROMEDIO</b>	<b>31,40</b>	<b>38,20</b>	<b>69,60</b>	<b>34,80</b>

**2. Termino de corrección.**

$$TC = \frac{(\sum y)^2}{r \cdot t} \qquad TC = \frac{(348^2)}{(5) \cdot (2)} \qquad TC = 12.110,4$$

**3. Suma de cuadrados totales.**

$$SCT = \sum y^2 - TC$$

$$\begin{aligned}
 &= (29)^2 \dots \dots \dots + (30)^2 - 12.110,4 \\
 &= 12.370 - 12.110,4 \\
 &= \mathbf{259,6}
 \end{aligned}$$

**4. Suma de cuadrados de los bloques.**

$$\begin{aligned}
 \text{SCb} &= \frac{\sum y^2}{t} - \text{TC} \\
 &= \frac{(67)^2 \dots \dots \dots + (57)^2}{2} - 12.110,4 \\
 &= 12.244 - 12.110,4 \\
 &= \mathbf{133,6}
 \end{aligned}$$

**5. Suma de cuadrados de tratamientos.**

$$\begin{aligned}
 \text{SCt} &= \frac{\sum y^2}{b} - \text{TC} \\
 &= \frac{(157)^2 + (191)^2}{5} - 12.110,4 \\
 &= 12.226 - 12.110,4 \\
 &= \mathbf{115,6}
 \end{aligned}$$

**6. Suma de cuadrado del error.**

$$\begin{aligned}
 \text{SCe} &= \text{SCT} - \text{SCb} - \text{SCt} \\
 &= 259,6 - 133,6 - 115,6 \\
 &= \mathbf{10,4}
 \end{aligned}$$

**7. ANVA.**

FV	GL	SC	CM	Fc	F0,05	F0,01
<b>Bloques</b>	4	133,6	33,4	12,8	6,39	16,00
<b>Tratamientos</b>	1	115,6	115,6	44,46	7,71	21,20
<b>Error</b>	4	10,4	2,6			
<b>Total</b>	9					

## 8. Prueba de DUNCAN.

### a. Desviación estándar de promedios.

$$Sx^- = \sqrt{\frac{CMe}{r}} Sx^- = \sqrt{\frac{2,6}{5}} = 0,72$$

### b. Valores de P.

<b>AES</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	3,93	4,01
<b>0,01</b>	6,51	6,8
<b>RMS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>0,05</b>	2,83	2,88
<b>0,01</b>	4,68	4,89

### c. Ordenar promedios.

Tratamientos:    II        I  
 Promedios:        191        157

### d. Comparación de promedios.

II vs I = 191 - 157 = 34 < 4,68 (NS)

### e. Presentación de resultados.

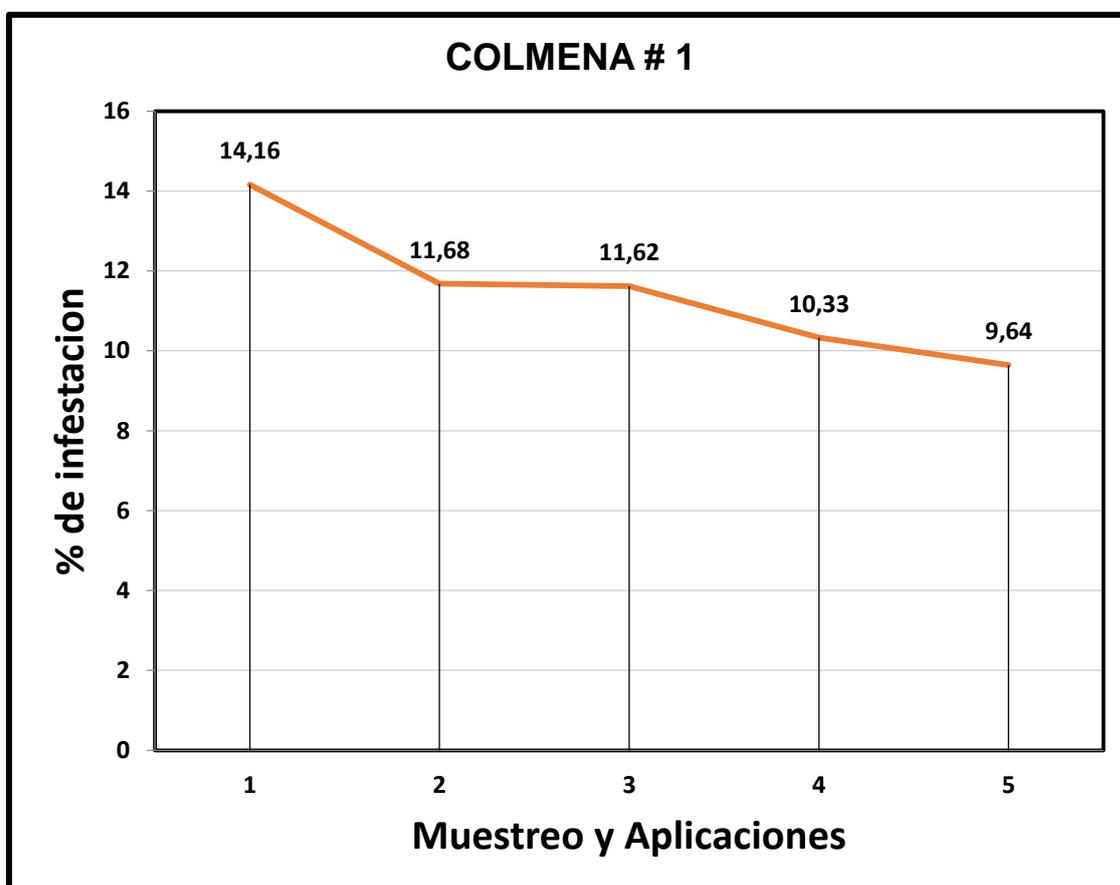
Tratamientos	Promedios	Significación
II	191	b
I	157	a

### f) Interpretación:

En cuanto a la producción de miel en la segunda cosecha, el tratamiento dos es estadísticamente superior.

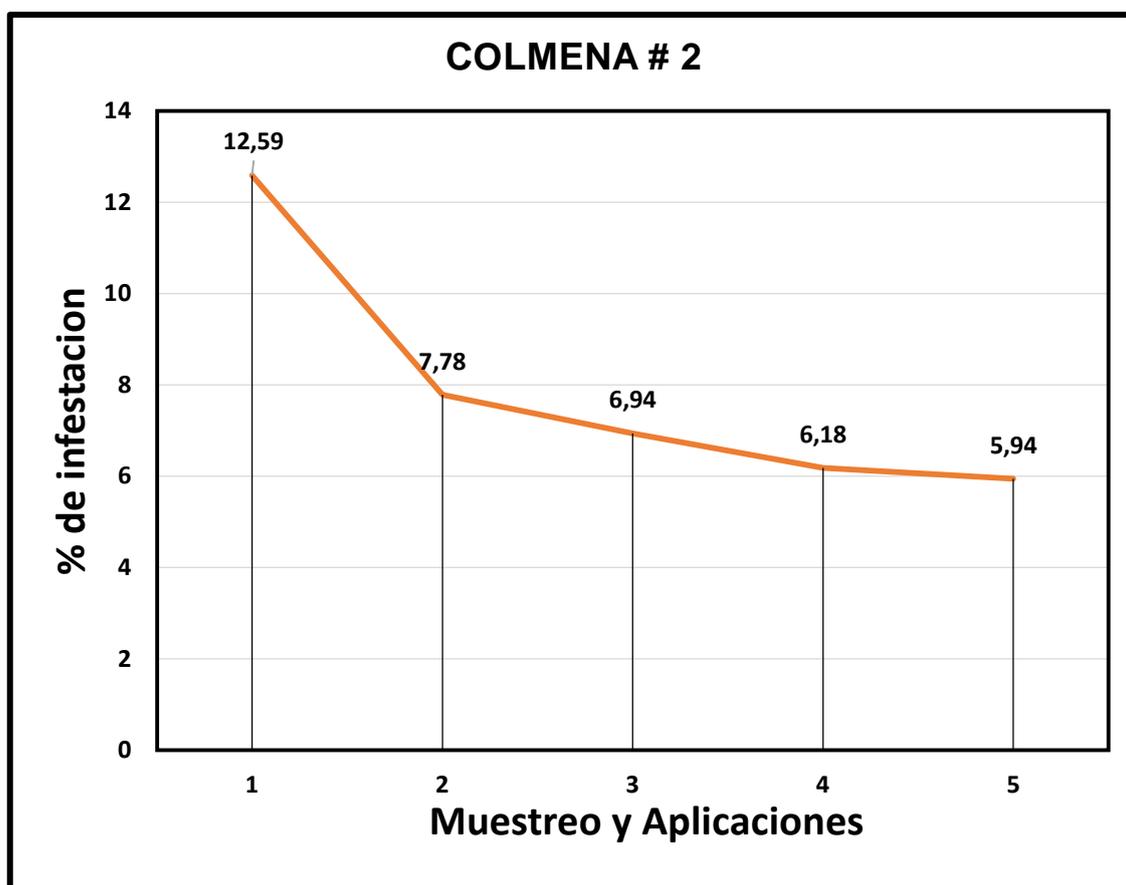
**Anexo N°10:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena uno del T1.

<b>COLMENA # 1</b>							
<b>PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION</b>							
<b>Tratamiento al 40 % de aceite esencial de Ruda</b>							
<b>Aplicaciones</b>	<b>M. y 1 Aplic</b>	<b>M. y 2 Aplic</b>	<b>M. y 3 Aplic</b>	<b>M. y 4 Aplic</b>	<b>Muestreo</b>	<b>Total</b>	<b>Promedio</b>
	14,16	11,68	11,62	10,33	9,64	<b>57,43</b>	<b>11,49</b>



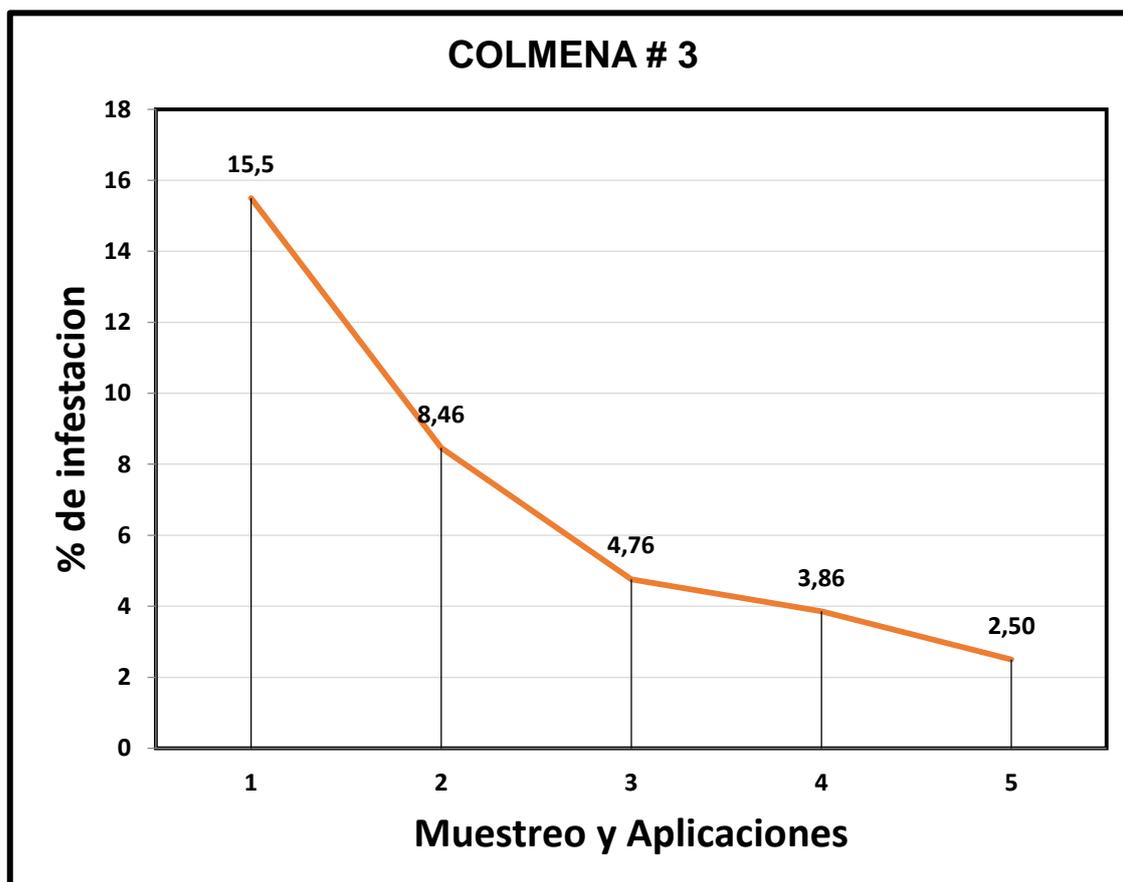
**Anexo N°11:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena dos del T1.

<b>COLMENA # 2</b>							
<b>PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION</b>							
<b>Tratamiento al 40 % de aceite esencial de Ruda</b>							
<b>APLICACIONES</b>	<b>M. y 1 Aplic</b>	<b>M. y 2 Aplic</b>	<b>M. y 3 Aplic</b>	<b>M. y 4 Aplic</b>	<b>Muestreo</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	12,59	7,78	6,94	6,18	5,94	<b>39,43</b>	<b>7,89</b>



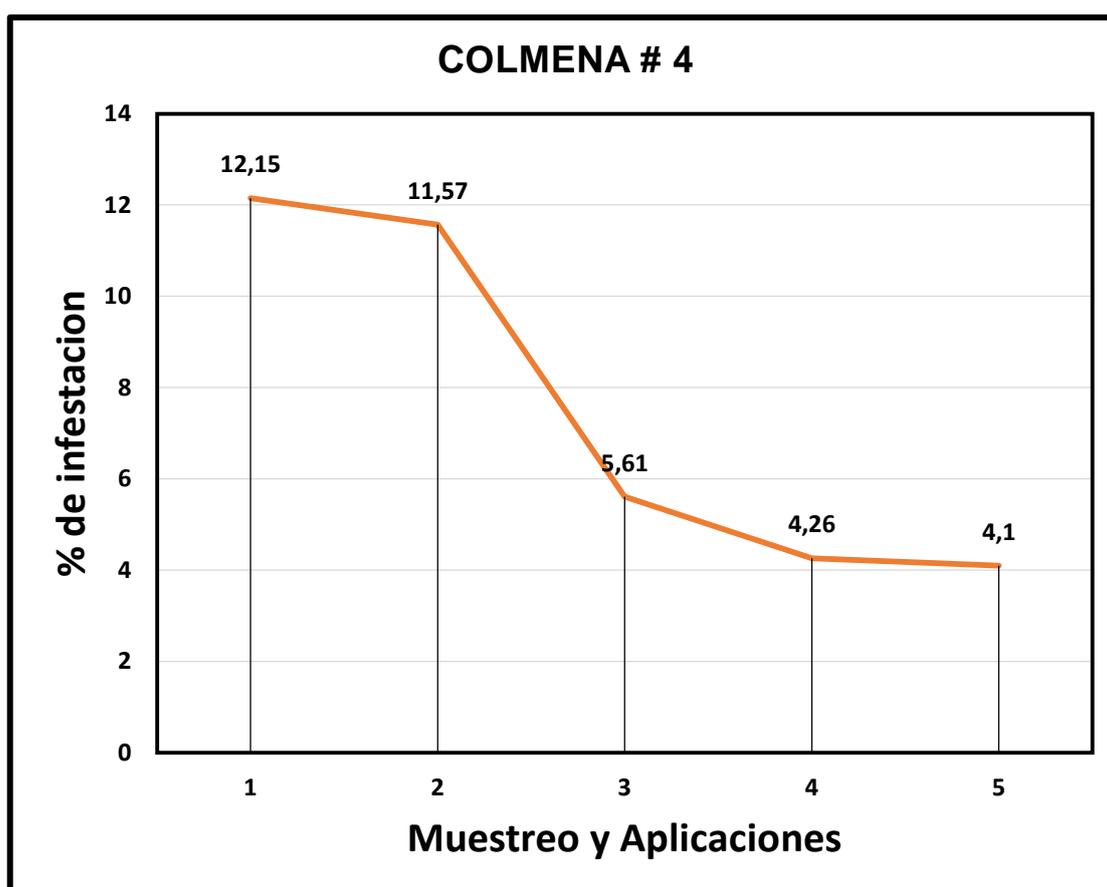
**Anexo N°12:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena tres del T1.

<b>COLMENA # 3</b>							
<b>PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION</b>							
<b>Tratamiento al 40 % de aceite esencial de Ruda</b>							
<b>APLICACIONES</b>	<b>M. y 1 Aplic</b>	<b>M. y 2 Aplic</b>	<b>M. y 3 Aplic</b>	<b>M. y 4 Aplic</b>	<b>Muestreo</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	15,50	8,46	4,76	3,86	2,50	<b>35,08</b>	<b>7,02</b>



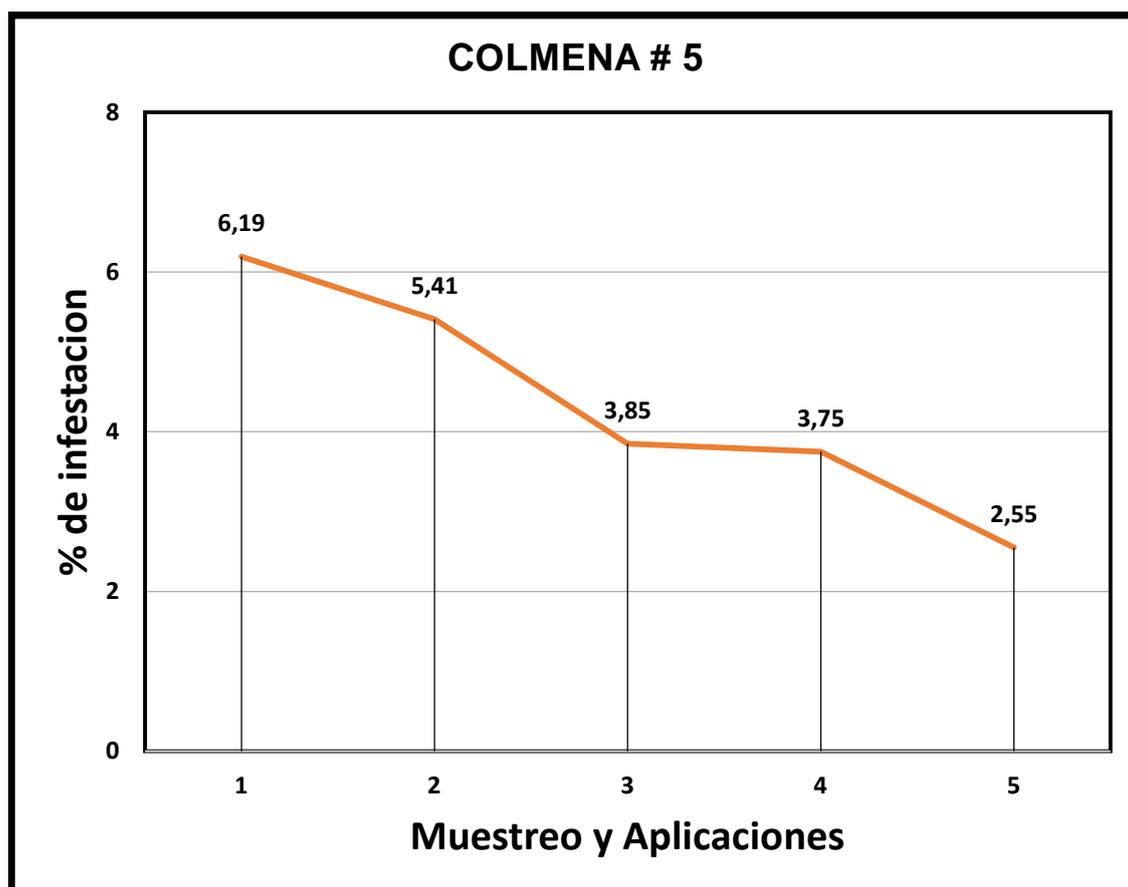
**Anexo N°13:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena cuatro del T1.

<b>COLMENA # 4</b>							
<b>PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION</b>							
<b>Tratamiento al 40 % de aceite esencial de Ruda</b>							
<b>APLICACIONES</b>	<b>M. y 1 Aplic</b>	<b>M. y 2 Aplic</b>	<b>M. y 3 Aplic</b>	<b>M. y 4 Aplic</b>	<b>Muestreo</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	12,15	11,57	5,61	4,26	4,10	<b>37,69</b>	<b>7,54</b>



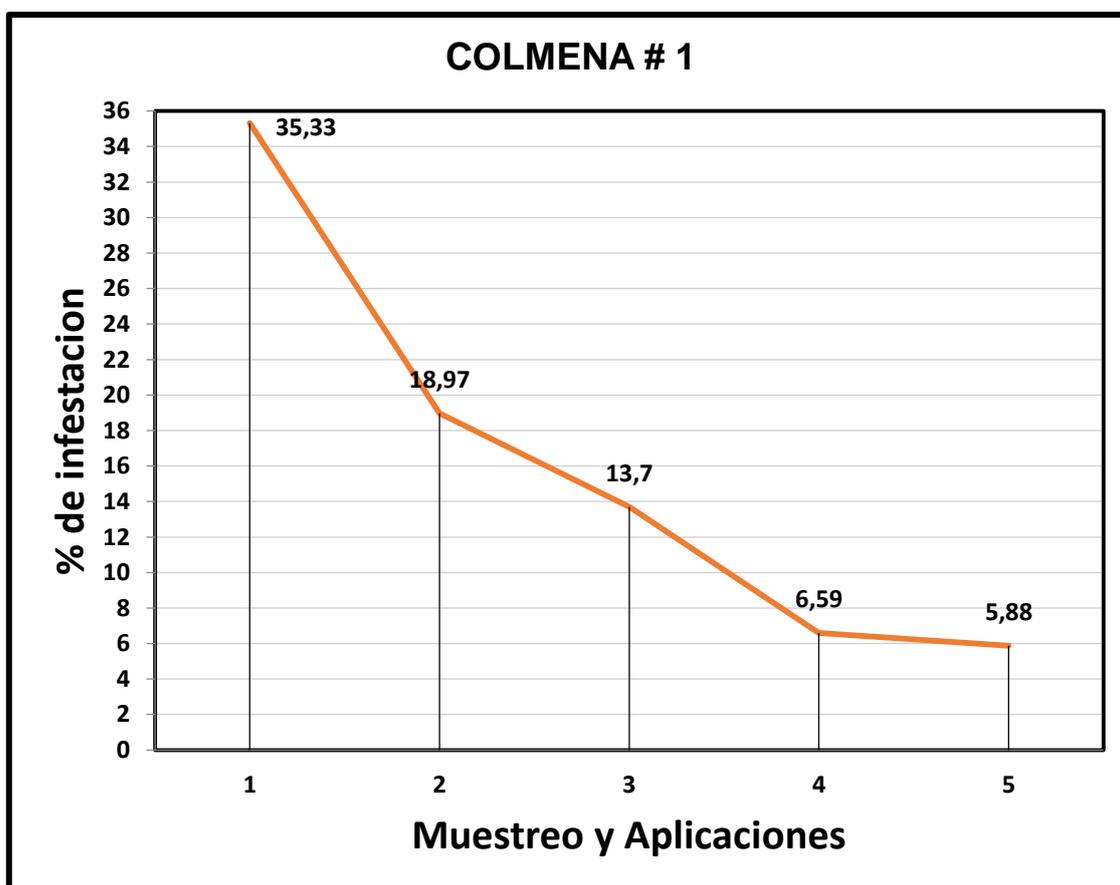
**Anexo N°14:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena cinco del T1.

<b>COLMENA # 5</b>							
<b>PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION</b>							
<b>Tratamiento al 40 % de aceite esencial de Ruda</b>							
<b>APLICACIONES</b>	<b>M. y 1 Aplic</b>	<b>M. y 2 Aplic</b>	<b>M. y 3 Aplic</b>	<b>M. y 4 Aplic</b>	<b>Muestreo</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	6,19	5,41	3,85	3,75	2,55	<b>21,75</b>	<b>4,35</b>



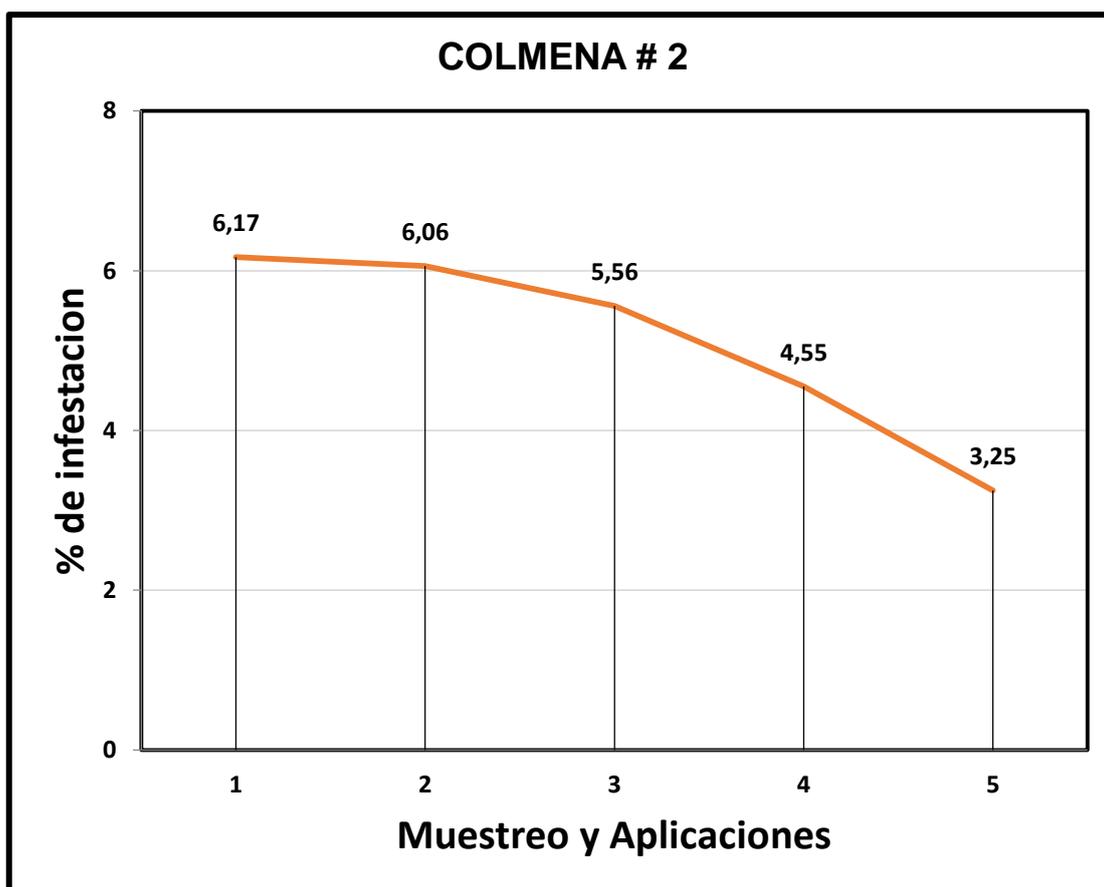
**Anexo N°15:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena uno del T2.

COLMENA # 1							
PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION							
Tratamiento al 50 % de aceite esencial de Ruda							
APLICACIONES	M. y 1 Aplic	M. y 2 Aplic	M. y 3 Aplic	M. y 4 Aplic	Muestreo	TOTAL	PROMEDIO
	35,33	18,97	13,70	6,59	5,88	80,47	16,09



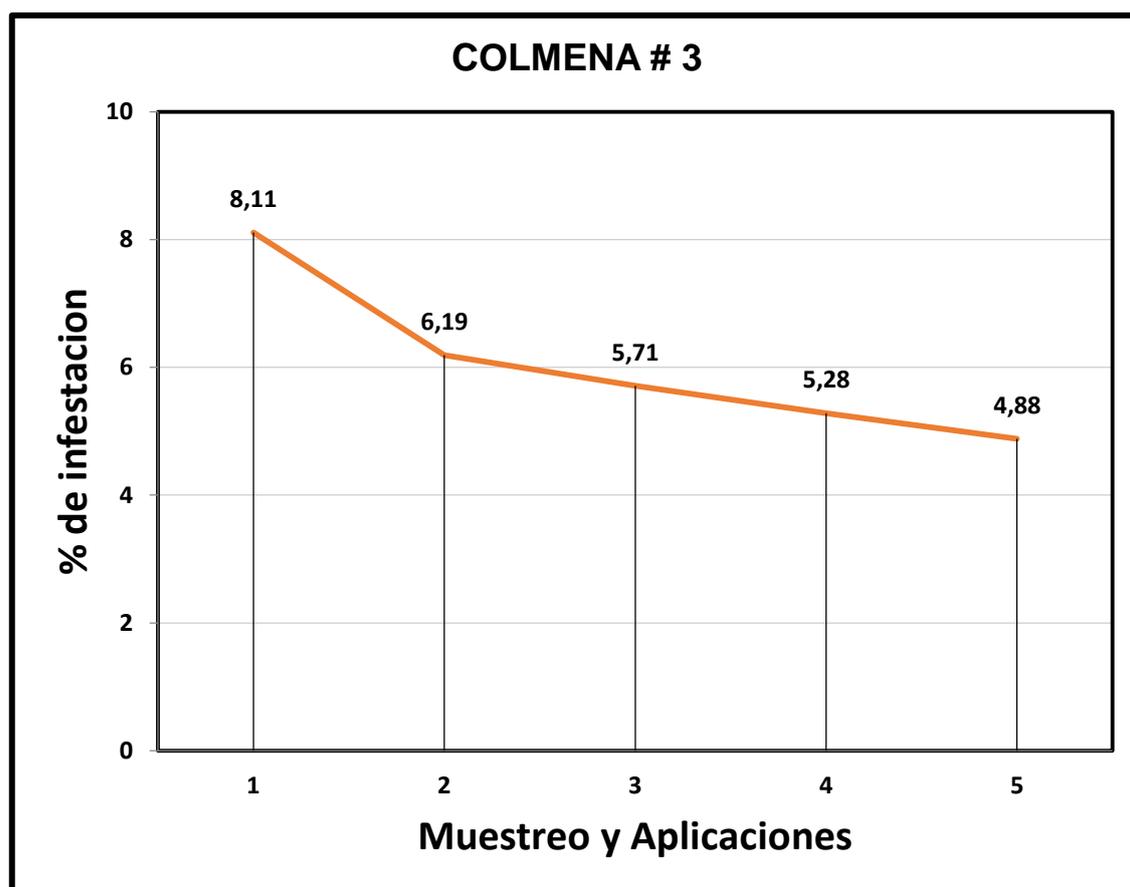
**Anexo N°16:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena dos del T2.

<b>COLMENA # 2</b>							
<b>PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION</b>							
<b>Tratamiento al 50 % de aceite esencial de Ruda</b>							
<b>APLICACIONES</b>	<b>M. y 1 Aplic</b>	<b>M. y 2 Aplic</b>	<b>M. y 3 Aplic</b>	<b>M. y 4 Aplic</b>	<b>Muestreo</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	6,17	6,06	5,56	4,55	3,25	<b>25,59</b>	<b>5,12</b>



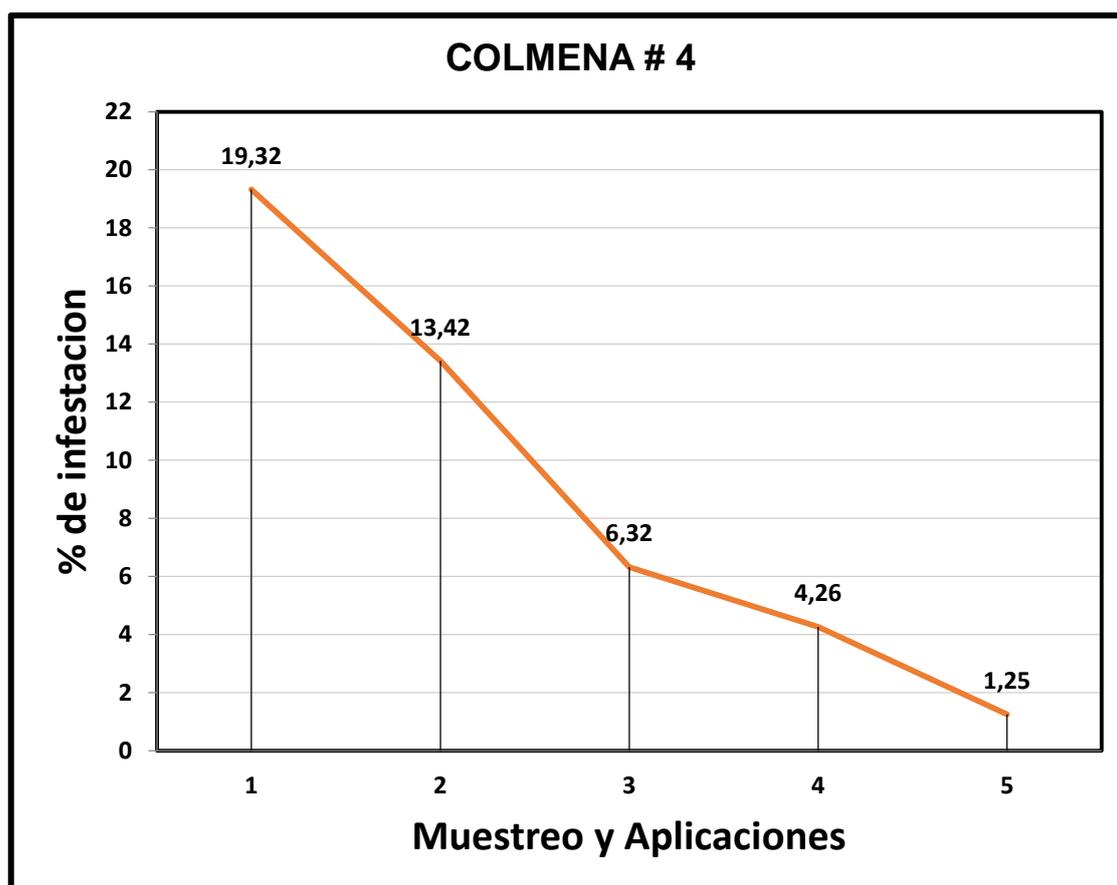
**Anexo N°17:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena tres del T2.

<b>COLMENA # 3</b>							
<b>PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION</b>							
<b>Tratamiento al 50 % de aceite esencial de Ruda</b>							
<b>APLICACIONES</b>	<b>M. y 1 Aplic</b>	<b>M. y 2 Aplic</b>	<b>M. y 3 Aplic</b>	<b>M. y 4 Aplic</b>	<b>Muestreo</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PROMEDIO</b>
	8,11	6,19	5,71	5,28	4,88	<b>30,17</b>	<b>6,03</b>



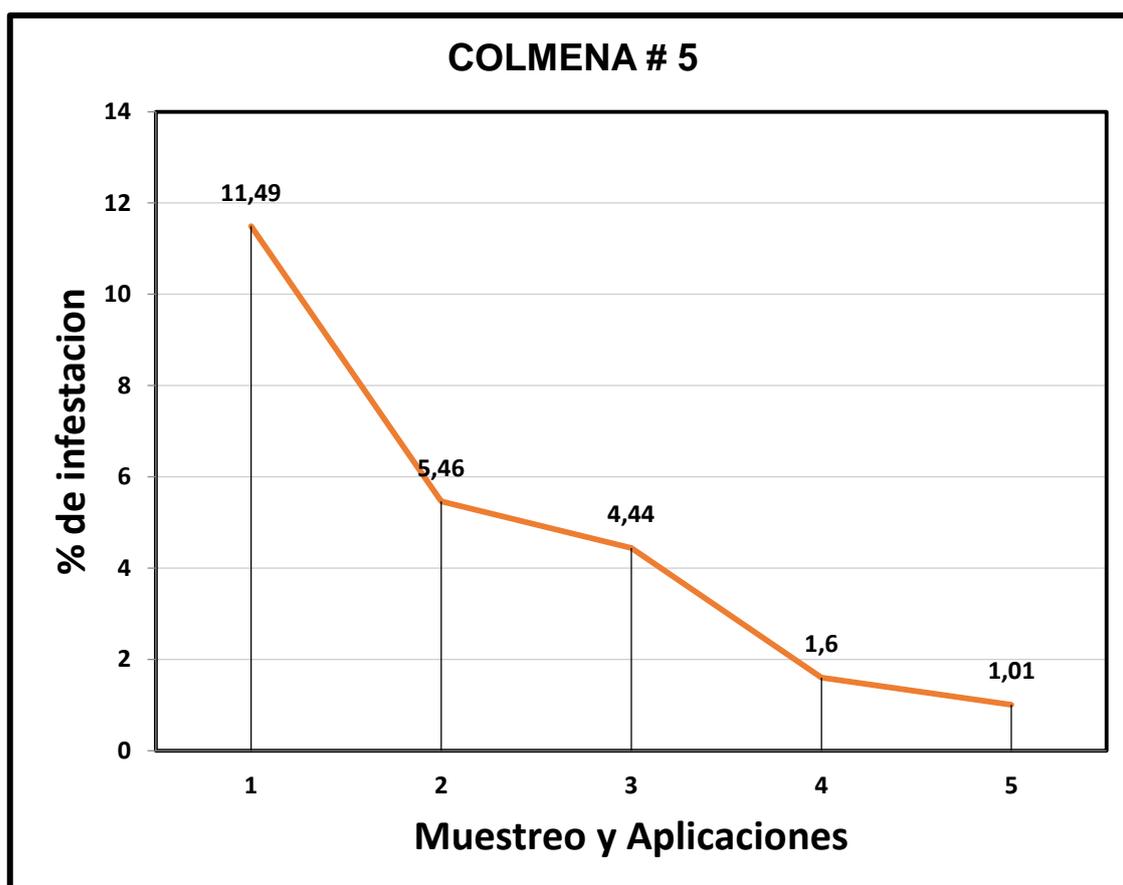
**Anexo N°18:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena cuatro del T2.

COLMENA # 4							
PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION							
Tratamiento al 50 % de aceite esencial de Ruda							
APLICACIONES	M. y	M. y	M. y	M. y	Muestreo	TOTAL	PROMEDIO
	1	2	3	4			
	Aplic	Aplic	Aplic	Aplic			
	19,32	13,42	6,32	4,26	1,25	44,57	8,91



**Anexo N°19:** Representación gráfica de los porcentajes de infestación con *Varroa jacobsoni* después de cada muestreo en la colmena cinco del T2.

COLMENA # 5							
PORCENTAJE DE INFESTACION DE VARROA EN LA INVESTIGACION							
Tratamiento al 50 % de aceite esencial de Ruda							
APLICACIONES	M. y 1 Aplic	M. y 2 Aplic	M. y 3 Aplic	M. y 4 Aplic	Muestreo	TOTAL	PROMEDIO
	11,49	5,46	4,44	1,60	1,01	24	4,80



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

### AREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

#### CARRERA DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA.

**TESIS:** “ELABORACIÓN DE UN ACARICIDA NATURAL A BASE DE ACEITE ESENCIAL DE RUDA (*Ruta graveolens*) PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa jacobsoni oudemans*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*) Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL EN EL BARRIO LANDANGUI DE LA PARROQUIA MALACATOS DEL CANTÓN LOJA”.

**Anexo N°20:** Ubicación e identificación de las colmenas (izquierda); preparación del jarabe de azúcar para alimentar las abejas (derecha).



**Anexo N°21** Colocación del jarabe de azúcar en los alimentadores de cada colmena (izquierda); toma de la muestra para calcular el porcentaje de infestación de Varroas (derecha).



**Anexo N° 22:** Conteo de las Varroas después de cada muestreo (izquierda); planta de ruda antes de ser cortada para el estudio (derecha).



**Anexo N°23:** Colocación del dispositivo en el centro de la base de la colmena (izquierda); aplicación de la dosis del producto en el dispositivo de malla.



**Anexo N° 24:** Toma de datos a los quince días de haber aplicado el producto.

