



Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria



## **CRIA OCCIDENTE**

### **CADENA DE MIEL**

# **EFFECTO DE TINTURAS DE PROPÓLEOS PARA EL CONTROL DE VARROA DESTRUCTOR EN APIS MELLIFERA**

## **AUTORES**

ING. AGR. CARLOS ANTULIO BARRIOS MORALES\*

ING. AGR. JULIO ROBERTO CONTRERAS GARCÍA\*\*

WILMER JHOVANI PÉREZ ESTEBAN\*\*\*

\*Investigador principal. USAC

\*\*Investigador asociado. USAC-CUSAM

\*\*\*Investigador auxiliar. CUSAM

GUATEMALA, JUNIO DE 2019



**CRIA**

*Programa Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria*



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Este proyecto fue ejecutado con el apoyo financiero del departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA, por sus siglas en inglés). El contenido de esta publicación es responsabilidad de sus autores y de las instituciones a la que pertenecen. La mención de empresas o productos comerciales no implica la aprobación o preferencia sobre otros de naturaleza similar que no se mencionen.

## SIGLAS Y ACRÓNIMOS

- CRIIA** Programa de Consorcios Regionales de Investigación Agropecuaria
- CATIE** Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
- EMPOTREC** EM Producción y Tecnología S.A., Costa Rica
- CIMMYT** Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
- CUSAM** Centro Universitario de San Marcos de la Universidad de San Carlos de Guatemala
- FAO** Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura
- ICTA** Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Guatemala
- IICA** Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
- INCAP** Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá
- MAGA** Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala
- OPS** Organización Panamericana de la Salud
- USAC** Universidad de San Carlos de Guatemala
- USDA** Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

## ÍNDICE GENERAL

1	Resumen .....	1
2	Introducción .....	3
3	Marco Teórico .....	6
3.1	Marco conceptual .....	6
3.2	Marco referencial .....	26
4	Objetivos .....	29
5	Hipótesis.....	29
6	Metodología.....	30
6.1	Descripción del sitio experimental .....	30
6.2	Descripción de las localidades fuente de propóleos .....	30
6.3	Diseño experimental. ....	33
6.4	Variables estudiadas.....	34
6.5	Manejo del experimento.....	36
6.6	Análisis de la información .....	40
7	Presentación y discusión de resultados .....	41
7.1	Variable: Nivel de infestación (%) en abejas adultas: .....	41
7.2	Variable: Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos. ....	43
7.3	Variable: Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos .....	47
7.4	Variable: Fortaleza de la colmena .....	49
7.5	Variable: Eficacia de los tratamientos.....	52
8	Conclusiones.....	55
9	Recomendaciones.....	56
10	Bibliografía .....	57
11	Anexos .....	62

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química de los propóleos.....	21
Tabla 2: Tabla de resumen de tratamientos .....	33
Tabla 3: Distribución de los tratamientos .....	34
Tabla 4. Parámetros de medición de Fortaleza de colmena .....	36
Tabla 5. Resumen del volumen de tintura de propóleos utilizado, a una concentración del 15%. .....	39
Tabla 6. Cantidad total en Kg de propóleos blando (purificado) utilizado. ....	39
Tabla 7. Infestación inicial y final del ácaro Varroa por cada tratamiento .....	41
Tabla 8. Mortalidad de ácaros por aplicación .....	43
Tabla 9. ANOVA Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos .....	45
Tabla 10. Prueba de LSD Fisher para la Variable Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos .....	46
Tabla 11. Datos recolectados en campo de la variable Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos .....	48
Tabla 12. ANOVA Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos .....	49
Tabla 13. Fortaleza de las colmenas al principio y final de los tratamientos.....	50
Tabla 14. ANOVA de la variable: Fortaleza de la colmena .....	50
Tabla 15. Prueba de LSD Fisher para la variable Fortaleza de la colmena .....	51
Tabla 16. Eficacia de los tratamientos .....	53
Tabla 17. Cronograma de actividades .....	67
Tabla 18. Límite máximo de residuo de plaguicidas permitido (LMR) en miel de abejas en la Unión Europea.....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología del ácaro <i>Varroa destructor</i> .....	10
Figura 2. Ciclo biológico del ácaro Varroa destructor .....	12
Figura 3. Mapa del municipio de San Pablo, del departamento de San Marcos.....	62
Figura 4. Mapa del municipio de Tejutla del departamento de San Marcos .....	63
Figura 5. Resumen y procedencia de tratamientos evaluados .....	65
Figura 6. Exportaciones de miel de Guatemala a la UE .....	66

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Variable: Nivel de infestación en abejas adultas .....	42
Gráfica 2. Ácaros muertos por número de aplicación .....	44
Gráfica 3. Prueba de LSD Fisher para la Variable Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos .....	47
Gráfica 4. Medias de abejas muertas durante las aplicaciones de los tratamientos	48
Gráfica 5. Prueba de LSD Fisher para la variable Fortaleza de la colmena .....	51

Gráfica 6. Eficacia de los tratamientos.....	53
Gráfica 7. Tratamiento 3 (50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla) vs. Testigo absoluto y relativo. ....	68
Gráfica 8. Tratamiento 4 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla) vs. Testigo absoluto y relativo .....	68
Gráfica 9. Tratamiento 5 (150 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla) vs. Testigo absoluto y relativo. ....	69
Gráfica 10. Tratamiento 6 (50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo) vs. Testigo absoluto y relativo.....	69
Gráfica 11. Tratamiento 7 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo) vs. Testigo absoluto y relativo.....	70
Gráfica 12. Tratamiento 8 (150 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo) vs. Testigo absoluto y relativo.....	70

## **INDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía 1. Pruebas de calibración de equipo para validar las diferentes dosis propuestas.....	64
Fotografía 2. Rejilla para recolección de propóleos dentro de la colmena.....	71
Fotografía 3. Propóleos en bruto después de ser recolectado .....	71
Fotografía 4. Vista microscópica del propóleos .....	72
Fotografía 5. Pesado del propóleos triturado .....	72
Fotografía 6. Decantación de la cera y obtención de tinturas (Marrón oscuro).....	73
Fotografía 7. Filtrado de las tinturas de propóleos.....	73
Fotografía 8. Medición del porcentaje de concentración de las tinturas. ....	74
Fotografía 9. Extracto blando del propóleos .....	74
Fotografía 10. Diferencia de color entre propóleos de Tejutla (Izquierda) y San Pablo .....	75
Fotografía 11. Discusión de resultados obtenidos en la preparación de las tinturas de propóleos.....	75
Fotografía 12. Toma de muestra para análisis de porcentaje de infestación de Varroa. ....	76
Fotografía 13. Conteo de ácaros presentes en una muestra de abejas .....	76
Fotografía 14. Establecimiento del experimento en campo .....	77
Fotografía 15. Aplicación de vaselina sólida a las charolas de medición.....	77
Fotografía 16. Colocación de la charola en la piquera de la colmena.....	78
Fotografía 17. Aplicación de los tratamientos con tinturas de propóleos .....	78
Fotografía 18. Aplicación de ácido oxálico a las colmenas testigo relativo.....	79
Fotografía 19. Conteo de ácaros y abejas muertas después de aplicado los tratamientos.....	79

## EFFECTO DE TINTURAS DE PROPÓLEOS PARA EL CONTROL DE VARROA DESTRUCTOR EN APIS MELLIFERA

ING. AGR. CARLOS ANTULIO BARRIOS MORALES

ING. AGR. JULIO ROBERTO CONTRERAS GARCÍA

WILMER JHOVANI PÉREZ ESTEBAN

### 1 RESUMEN

La producción de miel se ha visto fuertemente amenazada por la presencia del ácaro *Varroa destructor*. El control con químicos sintéticos contamina la miel y el ácaro desarrolla resistencia ante estos compuestos.

Se realizó la evaluación del efecto de tinturas de propóleos para el control de *Varroa destructor* en *Apis mellifera*, en la Aldea Tanil del municipio de Esquipulas Palo Gordo, departamento de San Marcos, Guatemala.

El diseño estadístico fue el de bloques al azar con ocho tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: T1, Testigo absoluto; T2, Testigo relativo usando Ácido oxálico; T3, 50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla; T4, 100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla; T5, 150 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla; T6, 50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo; T7, 100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo; T8, 150 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo.

Los tratamientos fueron aplicados a intervalos de 4 días, efectuando 5 aplicaciones. Ninguno de los tratamientos presentó toxicidad, mostrando un efecto positivo en el incremento de la población en las colonias de abejas, especialmente de las tinturas provenientes de Tejutla. Se concluye que el tratamiento 3, 50 ml de tintura de propóleos al 15% de Tejutla, fue el mejor para el control del ácaro *Varroa*, con relación al porcentaje de eficacia, baja toxicidad y efectos positivos en las colmenas.

## **EFFECT OF PROPOLIS TINCTURES FOR THE CONTROL OF VARROA DESTRUCTOR IN APIS MELLIFERA**

ING. AGR. CARLOS ANTULIO BARRIOS MORALES

ING. AGR. JULIO ROBERTO CONTRERAS GARCÍA

WILMER JHOVANI PÉREZ ESTEBAN

### **ABSTRACT**

Honey production has been strongly threatened by the presence of the Varroa destructor mite. Control with synthetic chemicals contaminates honey and the mite develops resistance to these compounds.

The evaluation of the effect of propolis tinctures for the control of Varroa destructor in Apis mellifera, in the Tanil Village of the Esquipulas Palo Gordo municipality, department of San Marcos, Guatemala, was carried out.

The statistical design was that of randomized blocks with eight treatments and three repetitions. The treatments evaluated were: T1, absolute witness; T2, relative control using oxalic acid; T3, 50 ml / propolis tincture hive obtained in Tejutla; T4, 100 ml / propolis tincture hive obtained in Tejutla; T5, 150 ml / propolis tincture hive obtained in Tejutla; T6, 50 ml / propolis tincture hive obtained in San Pablo; T7, 100 ml / propolis tincture hive obtained in San Pablo; T8, 150 ml / propolis tincture hive obtained in San Pablo.

The treatments were applied at intervals of 4 days, making 5 applications. None of the treatments presented toxicity, showing a positive effect on the population increase in bee colonies, especially tinctures from Tejutla. It is concluded that treatment 3.50 ml of 15% propolis tincture of Tejutla was the best for controlling the Varroa mite, in relation to the percentage of efficacy, low toxicity and positive effects on hives.

## 2 INTRODUCCIÓN

La apicultura es una actividad agrícola que se ha practicado durante mucho tiempo y consiste en criar abejas (*Apis mellifera*) para la producción de miel. Según historiadores, la miel, es uno de los alimentos que el hombre ha utilizado desde principios de la historia de la humanidad, fuente de grandes cantidades de carbohidratos altamente disponibles para el cerebro y con grandes propiedades nutricionales (Ulloa et al. 2010).

En la actualidad se utiliza a la abeja como motor para la recolección de miel de los campos y con eso generar un beneficio para el ser humano (Ulloa et al. 2010). Esta actividad conocida como apicultura, corre el riesgo de ser insostenible, debido a muchos factores que influyen en su detrimento. Entre ellos: medioambientales, contaminación, uso de pesticidas en la agricultura, monocultivos, parásitos y enfermedades en las abejas (Obeso y Herrera 2018).

Uno de los parásitos que causa grandes problemas en la apicultura, es el ácaro Varroa (*Varroa destructor*) que afecta a las abejas en todos sus estadios de desarrollo (INTA 2013), éste tiene la habilidad de dispersarse entre diferentes colmenas y reproducirse rápidamente, alimentándose de las larvas de abeja y luego vivir como huésped en el cuerpo de la abeja adulta (Carreck et al. 2010). Para alimentarse, succiona la hemolinfa debilitando a la abeja y disminuyendo su esperanza de vida.

Aunado a este problema, el ácaro Varroa es vector de virus de las abejas tal como el virus de la parálisis crónica de la abeja (CBPV) y virus de las alas deformadas (DWV) (BeeAware s. f.). quienes provocan pérdidas grandes de colonias a nivel mundial (Mezgabu et al. 2016).

Algunos apicultores en Guatemala reportan, que una colmena pasó de producir 35 kg de miel a solo 10 kg (Herrera 2018), por lo que es evidente la necesidad de eliminar las causas de esa disminución, y esto incluye el control del ácaro Varroa, usando

alternativas de manejo que no tengan implicaciones sobre la calidad de exportación, que en los últimos años se han dirigido principalmente a Alemania, Reino Unido, Bélgica y Países Bajos (MAGA 2014), países que demandan la miel producida bajo la gran diversidad floral de Guatemala (Centralamericadata 2015).

Para controlar esta parasitosis los apicultores son forzados a utilizar métodos insostenibles, utilizando acaricidas de origen sintético (flumetrinas, piretroides sintéticos) pero estos acarrear problemas de generación de resistencia en las poblaciones del parásito, la acumulación de residuos en los productos de las colmenas y contaminación de la miel. Y cuando esta es destinada a la exportación, es rechazada, si se encuentran trazas de estos productos en la misma (Rodríguez García 2007), confinando la producción, a la venta en el mercado local (GARCÍA y Alberto 2009). (Pettis 2004).

Existen productos naturales con varios modos de acción que pueden proveer una solución efectiva para el problema del ácaro Varroa, sin dejar residuos en la miel, que no generen resistencia en las poblaciones de parásitos y que tengan bajo costo. Uno de ellos es el uso de propóleos, sustancias, que en salud humana tienen muchos beneficios, son un subproducto de la misma producción apícola y que se han reportado para el manejo del ácaro Varroa (Damiani et al. 2010, Drescher et al. 2017).

Los propóleos, son una mezcla compleja de varios componentes recolectados por las abejas de las plantas, mezclado con cera y usado para la construcción y protección del nido (Mezgabú et al. 2016) y en forma de tinturas (extracto de propóleos utilizando alcohol etílico) se activan diferentes componentes que en estado sólido no están disponibles.

Mezgabú et al., 2016, demuestra que el uso de propóleos a una concentración de 20% en contacto durante 10 segundos, es altamente tóxico para el ácaro, causándole la muerte inmediatamente (Mezgabú et al. 2016). Damiani et al., 2010 reporta alta toxicidad para las abejas a esta dosis, y demuestra baja toxicidad al 15% (Damiani et

al. 2010). Abou-Shaara 2017, reporta que las abejas pueden proteger sus colmenas contra el ácaro Varroa por el comportamiento de aseo y que utilizando propóleos se puede estimular ese comportamiento.

La composición química de los propóleos varía en gran medida dependiendo de la flora local del sitio de recolección (Bankova 2005). Kujumgiev et al., 1999, recolectaron muestras de diferentes zonas geográficas y climáticas e indicaron que la actividad contra los microorganismos prevalece. Esto demuestra que la composición química de los propóleos varía dependiendo de la flora local (Siheri et al. 2017), pero cumple la misma función de inhibir el ingreso de patógenos a la colmena.

### **3 MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Marco conceptual**

##### **3.1.1 Importancia de la apicultura en Guatemala**

La apicultura en Guatemala es de gran importancia para generar divisas debido a las exportaciones y aceptación en otros países. Según Prensa Libre, el incremento en la demanda se debe a la calidad, sabor y propiedades nutritivas de la miel que se produce en Guatemala. En el artículo detallan que del total de la producción un 85% se vende en el exterior y el resto se consume en el país. Un aspecto importante es que Alemania es el principal comprador y representa aproximadamente el 60% de las importaciones (Prensa Libre s. f.).

La miel de Guatemala se produce en San Marcos, Retalhuleu, Suchitepéquez, Quetzaltenango, Sololá, Sacatepéquez, Escuintla, Santa Rosa, Huehuetenango y Petén. Según Herrera, se está fomentando la producción en Quiché y Alta Verapaz debido que en áreas de la costa sur ya se registra una saturación de colmenas y la producción ha descendido (Prensa Libre s. f.).

Según datos de Agexport, se calcula que en el país trabajan aproximadamente 3 mil 500 apicultores, propietarios de alrededor de 130 mil colmenas que en promedio producen 25 kg de miel por año. En el territorio nacional operan alrededor de 30 cooperativas y asociaciones de apicultores y se registran 14 exportadores del producto (Prensa Libre s. f.).

##### **3.1.2 La abeja (*Apis mellifera*)**

Las abejas son insectos sociales y se remarcan por proveer a sus nidos con grandes cantidades de miel que recogen de las plantas. Las abejas pertenecen al orden Hymenoptera y a una de las especies del género *Apis*. Una colmena de abejas se organiza de una forma muy compleja, que llega a parecer virtualmente a un solo ser vivo. Consiste básicamente en una reina; que pone huevos, de las obreras que hacen todo el trabajo del mantenimiento de la colonia, desde la recolección de miel, limpieza,

almacenamiento y alimentación de la cría; y de los zánganos quienes copulan a la reina (Samuel Emmett McGregor s. f.).

Las abejas recogen el néctar de las flores y en algunos casos de los nectarios de los nudos o tallos de las plantas. Normalmente el néctar se compone de entre 50 y 80 por ciento de agua, pero al ser procesada por las abejas se reduce a 16 y 18%. Las abejas recogen a veces los exudados y líquidos de los insectos succionadores y lo almacenan como miel (Samuel Emmett McGregor s. f.).

La dieta primaria de carbohidratos de las abejas es la miel, también recogen polen, que se convierte en la fuente principal de proteína de la cría. Durante la acción de recolección del polen, las abejas polinizan las flores, algo importante en la agricultura y biodiversidad. Las abejas también recogen propóleos y la utilizan para sellar las rajaduras de la colmena y cubrir objetos extraños y pesados que ellas no pueden desalojar. También recogen agua para manejar las condiciones de temperatura de la colmena y para diluir la miel cuando se la consumen (Samuel Emmett McGregor s. f.).

Una colonia de abejas bien poblada y con las condiciones ideales puede recolectar y acarrea aproximadamente 450 kg entre néctar, agua y polen. Las abejas segregan cera con sus glándulas especiales en la parte externa del abdomen y la moldean para construir las celdas donde se almacenará la miel, polen o servirá para la cría (Samuel Emmett McGregor s. f.).

### **3.1.2.1 Origen**

Las abejas tienen su origen en un antiguo linaje de abejas que anidan en cavidades y que se fue expandiendo a Europa hace 300,000 años, y que se fueron convirtiendo en un insecto de vital importancia para la polinización de las plantas (ITIS Report s. f.).

### 3.1.2.2 Taxonomía

<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Subreino:</b>	Bilateria
<b>Filo:</b>	Arthropoda
<b>Subfilo:</b>	Hexapoda
<b>Clase:</b>	Insecta
<b>Orden:</b>	Hymenoptera
<b>Familia:</b>	Apidae
<b>Género:</b>	Apis Linnaeus, 1758
<b>Especies:</b>	Apis mellifera Linnaeus, 1758 – honey bee (Abeja)

Fuente: (ITIS Report s. f.)

### 3.1.2.3 Anatomía

Las abejas son insectos muy eficientes produciendo miel, su cuerpo se compone de tres partes bien diferenciadas: La cabeza, el tórax y el abdomen. Tal como la mayoría de los insectos, se componen de un exoesqueleto fuerte (OMLET s. f.).

#### La cabeza

En la parte de la cabeza se encuentran la boca, los ojos, las antenas (que utilizan para comunicarse) y una lengua sofisticada para detectar la calidad de la miel (OMLET s. f.).

#### El tórax

El tórax se compone de tres segmentos debajo de la cabeza. En el primero se encuentran el primer par de patas, en el segundo se encuentran el primer par de alas y otro par de patas y en el tercer segmento se encuentra el tercer par de patas. Las alas las mueven a un ritmo de 11000 veces por minuto y pueden transportar a la abeja a una velocidad de 19 km/h (OMLET s. f.).

## **El abdomen**

En el abdomen se encuentran el aparato digestivo, la bolsa para la miel y en las hembras se encuentra el aguijón (OMLET s. f.).

### **3.1.2.4 Organización**

#### **La abeja reina**

De regreso a la colonia, la primera reina en emerger después de la reina madre salen al enjambrar. Si dos o más nacen al mismo tiempo, deben luchar hasta la muerte. Después de la lucha la reina virgen sobreviviente es de apenas una semana de edad, tiene que emprender el vuelo nupcial. Para preservar la diversidad genética en una colonia, una abeja reina normalmente copula con más de un zángano en el aire. Puede repetir el vuelo nupcial por dos o tres días sucesivos, antes de iniciar a poner huevos. Los zánganos mueren en la copulación (Samuel Emmett McGregor s. f.).

La abeja reina puede vivir hasta por cinco años, pero los apicultores cambian a la abeja reina a cada año, para mantener la vigorosidad de la colonia. Si la abeja reina se muere accidentalmente o inicia a tener problemas de oviposición inmediatamente las obreras crían a una abeja reina que copulará e iniciará a poner huevos sin necesidad de enjambrar (Samuel Emmett McGregor s. f.).

#### **Abejas obreras**

Las abejas obreras viven aproximadamente seis semanas durante la estación activa, pero pueden vivir por varios meses si su etapa de madurez llega iniciando el otoño, para pasar el invierno en el grupo. Como su nombre lo indica, las abejas obreras realizan todo el trabajo en la colmena excepto poner huevos (Samuel Emmett McGregor s. f.).

#### **Zánganos**

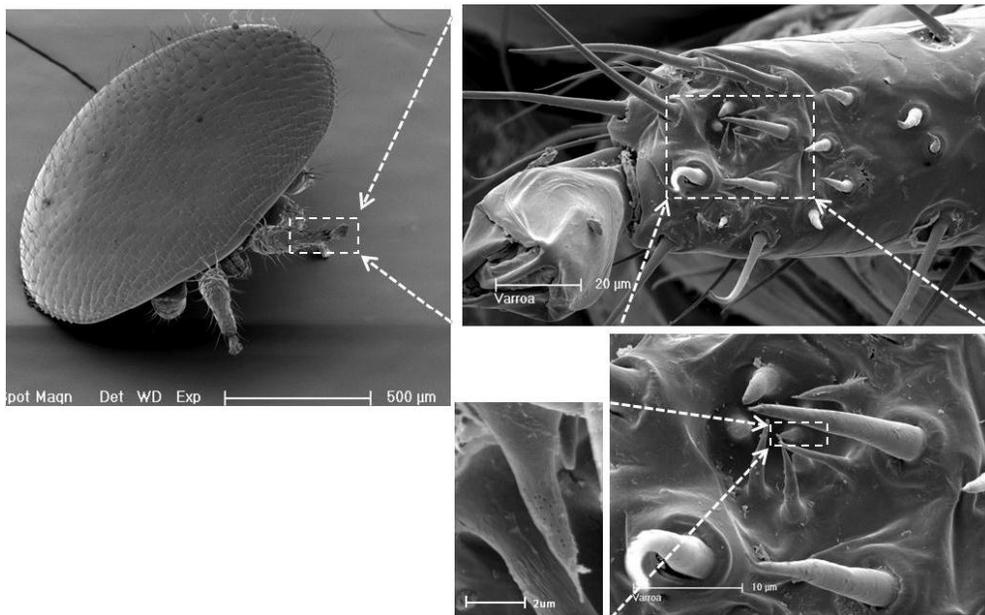
Los zánganos son criados solamente cuando la colonia está bastante poblada y hay suficientes fuentes de néctar y polen. Normalmente viven unas pocas semanas, pero

son guiados a morir cuando llegan el otoño o en periodos extensos de adversidad. La única tarea del zángano es de copular a la reina (Samuel Emmett McGregor s. f.).

### 3.1.3 Características de *Varroa destructor*

El ácaro Varroa, de nombre científico *Varroa destructor* y *Varroa jacobsoni*, son ectoparásitos de las abejas melíferas. Aunque los ácaros de Varroa pueden alimentarse y vivir en abejas adultas, ellos principalmente se alimentan y reproducen en abejas en estado de larvas y pupas, causando malformación y debilitamiento a las abejas, así como la transmisión de numerosos virus (BeeAware s. f.).

**Figura 1. Morfología del ácaro *Varroa destructor***



Fuente: (Eliash et al. 2017)

Los síntomas de colonias, comúnmente llamados síndrome de ácaros parásitos, incluyen un patrón de cría anormal, coberturas hundidas y masticadas y larvas caídas en la parte inferior o lateral de la célula. Esto finalmente causa una reducción en la población de abejas melíferas, debilitamiento de abejas reinas y la eventual descomposición y muerte de las colonias (BeeAware s. f.).

### 3.1.3.1 Clasificación Taxonómica

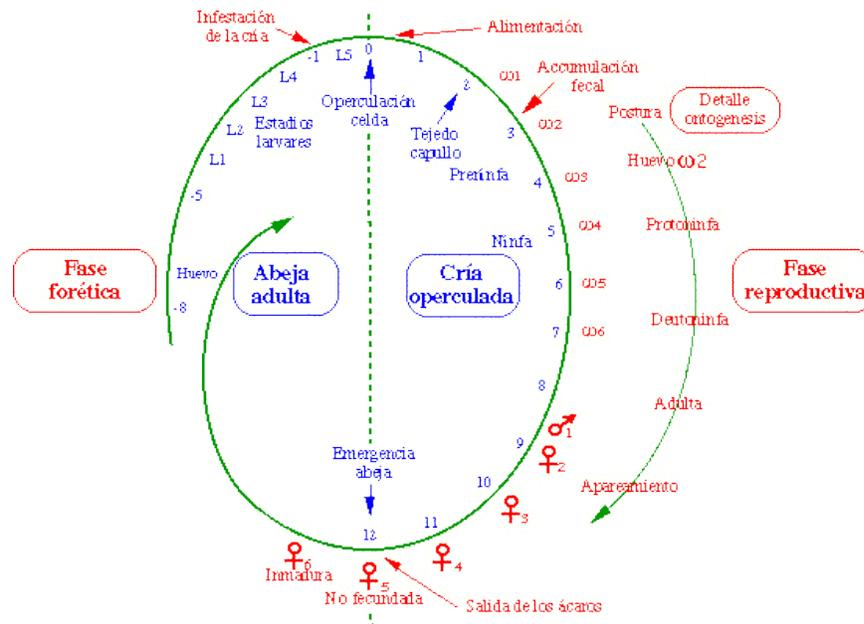
<b>Reino:</b>	Animalia
<b>Filo:</b>	Arthropoda
<b>Clase:</b>	Arachnida
<b>Subclase:</b>	Acari
<b>Orden:</b>	Parasitiformes
<b>Suborden:</b>	Mesostigmata
<b>Familia:</b>	Varroidae
<b>Género:</b>	Varroa
<b>Especie:</b>	V. destructor

### 3.1.4 Ciclo de vida de la varroa

El ciclo de vida del ácaro Varroa inicia cuando una hembra madre deja a la abeja adulta y penetra a una celda ocupada por cría de obrera o zángano, una vez dentro de la celda, la hembra del ácaro Varroa deposita el primer huevo, depositado 36 horas después, se desarrollará en una hembra; los siguientes pondrán en un intervalo de 30 horas y también serán hembras (Felipe y Vandame 1999).

El número de descendientes que puede producir dependerá de la duración del desarrollo de la abeja; se ha observado que, en las celdas de obreras, la fundadora pone seis huevos, contra siete en las de zánganos, los cuales pasan por los estados de huevos, larvas, protonífas, deutonífas y adulto (hembra y macho). La velocidad de desarrollo es variable según se origine una hembra o un macho, 220 a 242 horas y 213 a 220 horas, respectivamente (Felipe y Vandame 1999).

**Figura 2. Ciclo biológico del ácaro Varroa destructor**



Fuente: (Felipe y Vandame 1999)

Solo las hembras adultas del ácaro parasitan a las abejas adultas. Los machos adultos solo se alimentan de larvas y pupas y no salen de la celda de cría una vez que han nacido. En contraste, los ácaros hembra adultos son muy móviles y se mueven sobre los panales o entre las abejas adultas. Este comportamiento significa que el ácaro Varroa también puede actuar como un vector de virus efectivo que permite la transferencia de virus entre abejas individuales (BeeAware s. f.).

### 3.1.4.1 Origen y distribución

Los ácaros Varroa son ácaros parásitos, que requieren un hospedero para sobrevivir y reproducirse. El ácaro Varroa solo puede reproducirse en crías de abejas melíferas, mientras que solo los ácaros Varroa hembra adultos pueden alimentarse de abejas melíferas adultas. Por lo tanto, todo el ciclo de vida del ácaro Varroa ocurre dentro de la colonia de abejas melíferas (BeeAware s. f.).

Los ácaros Varroa hembra son más propensos a poner huevos en la cría de zánganos que en la cría de las obreras (10-12 veces más frecuentemente). Esto se debe al ciclo de cría más largo del zángano (BeeAware s. f.).

**El ciclo de vida del ácaro de Varroa consta de las siguientes etapas:**

1. Los ácaros Varroa hembra adultas ingresan a las células de cría de las abejas melíferas (especialmente crías de zánganos) en la etapa de pre-captura y ponen de dos a cinco huevos una vez que la célula de cría está tapada.
2. Los huevos de 0,5 mm de largo se colocan en el fondo de las células, en las paredes y, a veces directamente en las larvas.
3. El primer huevo puesto es un macho, y los huevos posteriores son femeninos.
4. Después de la eclosión, los ácaros Varroa atraviesan dos estadios larvales (llamados protoninfa y deutoninfa) antes de convertirse en adultos. Los ácaros varones Varroa tardan entre 5 y 6 días en desarrollarse y 7-8 días en desarrollarse los ácaros femeninos.
5. El apareamiento ocurre en la celda de cría. El ácaro Varroa macho muere dentro de la célula poco después.
6. Los ácaros Varroa hembra jóvenes y los ácaros Varroa madre emergen de la célula de cría con la abeja melífera emergente.
7. Los ácaros Varroa hijos pondrán huevos en otras células de cría después de 2 semanas. Los ácaros adultos de Varroa viven generalmente durante 2 meses (BeeAware s. f.).

**3.1.4.2 Crecimiento poblacional de la varroa**

El crecimiento de la población de ácaros Varroa está determinado por el número de ácaros hembra en la colonia de abejas melíferas, la tasa reproductiva de ácaros Varroa hembra, así como la disponibilidad de crías y el tipo de crías disponibles. Es probable que esto varíe a lo largo del año debido a las fluctuaciones en la cantidad y el tipo de cría presente en la colonia (BeeAware s. f.).

## **Invasión y crecimiento de la población**

La tasa de crecimiento de la población también estará determinada por la cantidad de ácaros Varroa que primero infectan (invaden) la colonia. [4]. El ácaro Varroa es la plaga de abejas melíferas más devastadora del mundo. Los ácaros Varroa son parásitos externos que se alimentan de la hemolinfa de abejas adultas, así como de larvas y pupas (BeeAware s. f.).

### **3.1.4.3 Efecto en las abejas melíferas**

Las abejas individuales infestadas con el ácaro Varroa durante su desarrollo generalmente sobreviven a la emergencia, pero pueden mostrar signos de daño físico o fisiológico en la edad adulta. Algunas crías infestadas por Varroa pueden morir, generalmente en la etapa pupal de desarrollo y permanecer en la célula hasta que las abejas adultas las eliminen (BeeAware s. f.).

En primer lugar, el proceso de alimentación del ácaro Varroa causa la pérdida de hemolinfa durante el desarrollo de la cría, lo que disminuye significativamente el peso de la abeja incubadora. La pérdida de peso depende del número de ácaros Varroa en la célula y del nivel de reproducción. Esto posteriormente conduce a un rendimiento de vuelo deteriorado. Este comportamiento de alimentación también causa glándulas hipofaríngeas reducidas (las glándulas que secretan jalea real) que afectan la capacidad de las abejas para alimentar crías en desarrollo en la colmena (BeeAware s. f.).

En segundo lugar, las abejas obreras que fueron parasitadas durante su desarrollo comienzan su etapa de vida de alimentación antes, pero también tienen una vida útil significativamente reducida. Las abejas y zánganos infectados también muestran una menor capacidad de aprendizaje no asociado, ausencias prolongadas de la colonia y menor tasa de retorno a la colonia, lo que puede deberse a una menor capacidad de navegación (BeeAware s. f.).

#### **3.1.4.4 Varroa y virus**

Los virus de las abejas melíferas se encuentran entre una serie de patógenos que pueden contribuir a la mala salud de una colonia. Aunque los virus de las abejas melíferas son capaces de matar abejas melíferas, la presencia de un virus generalmente no causa la muerte de las abejas ni las larvas adultas, y los síntomas solo se expresan cuando la colonia está bajo alguna forma de estrés, que puede ser causado por colmenas. movimiento, condiciones climáticas tales como condiciones climáticas frías y húmedas, o mala nutrición (BeeAware s. f.).

La mayoría de los virus de las abejas melíferas se consideran "silenciosos", es decir, están presentes en muchas colonias de abejas melíferas, pero se encuentran en niveles tan bajos que no hay síntomas claros de la enfermedad. Ahora hay evidencia de que muchos virus de abejas melíferas están asociados con la presencia y los niveles de ácaros de Varroa en una colonia y son los virus, no los propios ácaros de Varroa, los que causan la mayor parte del daño que las abejas experimentan mientras hospedan a los ácaros (BeeAware s. f.).

#### **Tipos de virus:**

##### **Virus de la parálisis aguda de la abeja (ABPV)**

ABPV causa parálisis de adultos infectados y pupas de ojos blancos. El ABPV se transmite por los ácaros Varroa, o por la ingestión de partículas virales que contaminan las glándulas salivales de las abejas adultas, que luego contaminan las fuentes de alimentos (BeeAware s. f.).

##### **Virus de ala deformada (DWV)**

No todas las abejas mostrarán síntomas de DWV. Se cree que cuando la colonia está bajo estrés (que puede ser el caso después de una infección por ácaros Varroa) el sistema inmune de las abejas se inhibe y las abejas se vuelven más susceptibles a la enfermedad. Las abejas melíferas que muestran síntomas típicamente tienen alas deformadas (a menudo arrugadas o muy reducidas), y abdómenes acortados, también se puede observar parálisis en algunos casos (BeeAware s. f.).

### **Virus de parálisis lenta (SPV)**

SPV causa parálisis de los dos pares de patas delanteras con síntomas que se manifiestan aproximadamente 10 días después de la infección de la abeja. Esto generalmente ocurre unos pocos días antes de que la abeja muera. Se cree que la transmisión ocurre a través de la ingestión de partículas virales entre las abejas adultas. SPV también está asociado y transmitido por los ácaros Varroa (BeeAware s. f.).

#### **3.1.4.5 Opciones de manejo**

Teniendo en cuenta el impacto que el ácaro Varroa tiene en las colonias de abejas, el papel del apicultor es mantener la población de ácaros por debajo del nivel donde el daño es inevitable (nivel umbral), por lo tanto, mantener colonias de miel de abejas para la producción de miel y otros productos de colmenas y para servicios de polinización (BeeAware s. f.)

**El costo del control:** esto incluye no solo el costo de comprar el producto que se utiliza, sino también el tiempo y el trabajo que implica el tratamiento de la urticaria. Esto significa que algunas opciones pueden ser más adecuadas para los aficionados que para los apicultores comerciales (BeeAware s. f.).

**Residuos químicos:** la necesidad de asegurar que la miel tenga niveles aceptables de residuos químicos limitará cuándo se pueden aplicar algunos productos químicos (BeeAware s. f.).

**Resistencia:** los ácaros Varroa pueden aumentar la resistencia a determinados productos químicos. Al intercambiar productos químicos y aplicar siempre productos químicos correctamente (no bajo dosis), se puede minimizar el desarrollo de resistencia química en los ácaros Varroa (BeeAware s. f.).

### **Acaricidas "Duros"**

En los últimos 15-20 años, los métodos más comúnmente utilizados para controlar los ácaros Varroa han sido los acaricidas "duros" (componentes activos: Flumetrina, Tau-fluvalinato y Amitraz). Muchos de estos productos químicos están disponibles comercialmente y son fáciles de aplicar, económicamente convenientes y no requieren un conocimiento refinado de la biología y el ciclo de vida de los ácaros Varroa. Sin embargo, estos productos químicos también son muy persistentes y pueden acumularse después de tratamientos repetidos (BeeAware s. f.).

### **Acaricidas "suaves"**

Los acaricidas "suaves" consisten en ácidos orgánicos y aceites esenciales de origen natural, como ácido fórmico, timol, ácido oxálico y ácido láctico que se pueden usar para controlar las poblaciones de ácaros de Varroa. Las ventajas del uso de estos acaricidas incluyen suficiente eficacia contra Varroa, el bajo riesgo de acumulación de residuos en productos de abejas y la baja probabilidad de resistencia en la población de ácaros (BeeAware s. f.).

### **Métodos bio-técnicos**

Los métodos biotecnológicos implican el uso de métodos basados en la cría de abejas para reducir la población de ácaros solo a través de medios físicos. Muchos de los métodos más populares y efectivos incluyen atrapar a los ácaros en peines de cría, que luego son eliminados y destruidos. En general, estos métodos solo son adecuados para usar en primavera y comienzos del verano. Reducen la necesidad de usar productos químicos y son de gran beneficio en áreas con flujos tardíos de miel (BeeAware s. f.).

### **Resistencia química**

Al igual que con cualquier otra plaga, las poblaciones de ácaros de Varroa eventualmente desarrollarán resistencia a cualquier químico utilizado. La variación individual dentro de una población de ácaros puede dar como resultado un pequeño número de ácaros con características resistentes (por ejemplo, una cutícula más

gruesa que impide la entrada del ingrediente activo o un metabolismo que puede descomponer el ingrediente activo antes de causar daño al ácaro) (BeeAware s. f.).

Esto puede suceder cuando una población de ácaros se expone repetidamente a un producto químico de Varroa, lo que deja más vivo a los ácaros resistentes para reproducirse, y además transmite su genética favorable. Durante muchas generaciones, estos ácaros tenderán a ser cada vez más comunes hasta que comprendan la mayoría de la población de ácaros (BeeAware s. f.).

### **Residuos químicos**

Existe una presión creciente sobre todas las industrias agrícolas para garantizar que los alimentos producidos no contengan residuos químicos excesivos. La miel y la cera no son una excepción. La variedad de opciones químicas disponibles para los apicultores (enumeradas anteriormente) puede dejar residuos nocivos en la miel y la cera. Esto ha resultado en muchos problemas de residuos en el exterior, no solo para los apicultores, sino también para los consumidores. Todos los controles químicos aplicados a una colmena tienen el riesgo de dejar residuos químicos (BeeAware s. f.). Ver Tabla 18, en anexos, sobre los Límites Máximos de Residuos aceptables en Europa.

### **Variedad tolerante a Varroa**

La cría selectiva de abejas tolerantes de Varroa se considera la única solución a largo plazo para controlar el ácaro Varroa. Se han realizado muchos intentos en todo el mundo para criar animales tolerantes a Varroa, basándose en los comportamientos defensivos naturales de las abejas melíferas que se han identificado y seleccionado en muchos programas de reproducción natural y artificial (BeeAware s. f.).

#### **3.1.4.6 Manejo integrado de plagas**

El manejo integrado de plagas (MIP) se refiere a un enfoque de sistema completo dirigido a controlar una plaga con un uso mínimo de plaguicidas. El enfoque de MIP ha sido ampliamente adoptado en otras industrias agrícolas, y ha demostrado ser una

medida de gestión efectiva para Varroa por los apicultores de todo el mundo (BeeAware s. f.).

La adopción de prácticas de MIP incluye el monitoreo regular de plagas y solo la aplicación de productos químicos cuando sea necesario (como cuando la plaga está presente por encima de un nivel determinado) y el uso de opciones de manejo no químicas para controlar la población de plagas cuando corresponda. Esto es mucho más efectivo que la alternativa de esperar hasta que los números de plagas hayan alcanzado un nivel perjudicial antes de aplicar los controles, o aplicar los mismos controles año tras año, independientemente de los números de plagas (BeeAware s. f.).

### **3.1.5 Los propóleos**

El propóleos o "cola de abeja" es una sustancia resinosa similar a la cera. Esta sustancia es producida por las abejas obreras al mezclar su saliva, cera y exudados de diferentes plantas, que recogen de árboles, flujos de savia, hojas, ramas y cortezas que se encuentran en cercanía a la colmena.

Las abejas utilizan los propóleos para proteger sus colmenas utilizándolo para sellar grietas y proteger a las abejas de los depredadores y microorganismos y proporcionar aislamiento térmico.

El término propóleos se originó a partir de la palabra griega pro, para o en defensa de, y polis, la ciudad. El color del propóleos es variable y depende del tipo de plantas que las abejas utilizan para recolectar las sustancias resinosas. Se han notado tres colores principales: propóleos verde, rojo, marrón o negro.

Por lo tanto, la ubicación geográfica, las fuentes de la planta, la temporada de recolección, las especies de abejas y los solventes utilizados en la extracción influyen en la composición química y en la actividad farmacológica de la preparación de propóleos.

Complemento basado en la evidencia y suplemento de medicina alternativa para la mejora de la salud y la prevención de enfermedades en varias partes del mundo, incluidos los Estados Unidos de América, la Unión Europea, Brasil y Japón. Hoy en día, los propóleos se han utilizado ampliamente para tratar diversas enfermedades, incluidas las que afectan el tracto gastrointestinal, como la mucositis, la colitis, la gastritis y la úlcera péptica. Esto se suma a su potencial para tratar diferentes formas de cáncer gastrointestinal, como se presenta en este artículo (Silva et al. 2018).

A simple vista, parece una sustancia resinosa y pegajosa de un color que oscila entre el amarillo y el castaño rojizo o incluso casi negro, la variación depende de la especie botánica de la que proceda, que se reblandece con el calor y se muestra quebradizo con el frío (Ordóñez 2005).

### 3.1.5.1 Composición química de los propóleos

Tabla 1. Composición química de los propóleos

Componente	Propiedad
Fenoles, ésteres, terpenoides, etc.	Antibacterial
Ácido cumárico	Antibacterial, Anti-inflamatorio
Ácido morónico	Anti-viral
Acacetin, Apigenin, ácido Cinnamico, Chrysin Anti, ácido ferúlico, Galangin, ácido gálico, ácido isoferulico, ácido protocatechuic	Anti-inflamatorio
Quercetin	Anti-inflamatorio, Antiviral, Cicatrizante de úlceras
Propofol	Antioxidante
Éster fenético del ácido cafeico	Antitumor, Anti-inflamatorio
Derivados del ácido Dicafeoylquinic	Hepato-protector
Pinostrobin	Anestesia local
Capilar	Astringente
Pinocembrina	Antibacterial, Antifúngico
Ácido cafeico	Antibacterial, Antifúngico, Antiviral, Anti-inflamatorio
2,2-Dimetil-6-carboxietil-2H-1-benzopirano	Antimicrobial
Artepillin C	Antimicrobial, Antitumor, Antioxidante
Ácido 3- [3,4-dihidroxi-5-prenilfenil] -2- (E)-propenoico, flavonoides	Antioxidante, Acaricida

Fuente: (Toreti et al. 2013)

### 3.1.5.2 Acción de los propóleos

El término propóleos proviene de dos palabras griegas, pro (que significa para o en defensa de) y polis (que significa la ciudad); por lo tanto, propóleos significa en defensa de la ciudad o colmena. El propóleos es una sustancia resinosa pegajosa, que se obtiene de los brotes y la corteza de los árboles. También se lo conoce como

"cola de abeja" ya que las abejas lo usan para cubrir superficies, sellar agujeros y cerrar espacios en sus colmenas, proporcionando así un ambiente estéril que los protege de los microbios y organismos productores de esporas, incluidos los hongos y los mohos (Siheri et al. 2017).

Se puede considerar como una potente arma química contra bacterias, virus y otros microorganismos patógenos que pueden invadir la colonia de abejas. Además, las abejas usan los propóleos como sustancia embalsamadora para momificar a los invasores, como otros insectos, que han sido sacrificados y son demasiado pesados para eliminarlos de la colonia. Por lo tanto, los propóleos son importantes para la salud de las abejas, pero también tienen actividad contra muchas enfermedades humanas (Siheri et al. 2017).

Se ha descubierto que el propóleos es activo contra una variedad de virus y también casi siempre está activo contra protozoos. Los propóleos también muestran actividad contra enfermedades cardiovasculares y diabetes y tiene efectos inmunomoduladores. También se ha observado actividad anticancerígena. En resumen, el propóleos es notable por su gama de actividades biológicas y por la variedad de su composición química. Puede ser de gran importancia tanto para las abejas como para los humanos (Siheri et al. 2017).

La evolución del uso de resina por las abejas podría haber sido para combatir el crecimiento de hongos y los hongos patógenos potenciales dentro del nido. Aunque tanto las bacterias como los hongos son factores de estrés inmune comunes a las abejas, el sistema inmune de las abejas melíferas parece estar más en sintonía con los patógenos bacterianos. Una hipótesis es que los comportamientos inmune sociales, como la recolección de resinas vegetales y su depósito en el nido como una envoltura antimicrobiana del propóleos, evolucionaron para compensar las deficiencias en la inmunidad innata o fisiológica. Apoyando esta noción, hay alguna evidencia de que el propóleos puede reducir el impacto de las mico-toxinas producidas por hongos (Simone-Finstrom et al. 2017).

### **3.1.5.3 Origen**

El propóleo es el término apícola para las resinas vegetales que las abejas recolectan, regresan a la colmena y luego se depositan en todo el nido. Las abejas que manipulan las resinas dentro del nido mezclan cantidades variables de cera, que ellas mismas producen, con las resinas durante la deposición. Los principales componentes químicos de los propóleos se derivan de las resinas producidas por la planta, aunque hay algunas pruebas de que las secreciones glandulares de la abeja melífera (es decir,  $\beta$ -glucosidasa) también pueden agregarse, potencialmente como un artefacto de manipulación (Simone-Finstrom et al. 2017).

Una primera fase, llevada a cabo por algunas pecoreadoras que transportan durante toda su existencia únicamente propóleos. El tiempo que tardan para recoger esta sustancia depende del tipo de resina y la habilidad de la abeja en realizar la carga, pues parece ser una tarea bastante dura que requiere gran esfuerzo, por lo que al llegar a la colmena son ayudadas por otras pecoreadoras a aliviar su carga. Las abejas domésticas, una vez provistas de sus trocitos de propóleos, lo transportan en sus mandíbulas hasta el lugar destinado a fijarlo, que en gran medida depende de la temperatura (del grado de calor) para que se reblandezca y facilite su remodelación. Es por ello, que la recolección de esta sustancia se debe realizar en las horas más calurosas del día (Ordóñez 2005).

### **3.1.5.4 Tintura de propóleos**

La tintura de propóleos es una preparación a base de propóleos y alcohol, especialmente etanol. (Ordóñez 2005). Es usado ampliamente como medicina alternativa. Ha sido científicamente comprobado que puede utilizarse como antibiótico. Para la preparación deben tomarse en cuenta los siguientes pasos:

#### **Recolección de los propóleos**

La recolección de los propóleos, actualmente, permite reducir el contenido excesivo de cera e incrementar notablemente la proporción de otros agentes como los flavonoides, polifenoles y componentes aromáticos. Las propiedades de los

propóleos que son importantes para la salud de la colmena se hacen extensibles a las personas que lo utilizan como alimento complementario (Ordóñez 2005)

El propóleos de primera calidad debe presentarse como un material suelto en escamas o trozos quebradizos, de aspecto brillante, con un color que se puede variar del rojo marrón al oscuro gris. Para obtener propóleos en estas condiciones debe extraerse maduro (al quebrarlos, el corte debe ser brillante y no opaco), no debe extraerse cuando es plástico y/o gomoso, ya sea por la alta temperatura ambiental o por inmaduro (Ordóñez 2005).

### **Recolección Artesanal**

Este tipo de recolección se lo denomina así, puesto que se la realiza de una forma rústica, mediante raspado de los implementos que conforman una colmena (Ordóñez 2005).

### **Limpieza**

El primer paso luego de obtenido el propóleos es la limpieza de este con una pinza, cuidando de retirar contaminantes macroscópicos como abejas, trozos de madera, pasto, etc. (Ordóñez 2005).

### **Desceración**

Es el primero al que debe estar expuesto el propóleos, para poderlo trabajar en lo sucesivo (Ordóñez 2005).

### **Despolinización**

Es necesaria para eliminar el riesgo de eventuales reacciones alérgicas al polen. Solo una exhaustiva despolinización garantiza la completa analergicidad (Ordóñez 2005).

### **Purificación**

Procedimiento muy particular, y fundamental que consiste en obtener los principios activos de los propóleos en forma de polvo, libre de materias extrañas (Ordóñez 2005).

### **Almacenamiento**

Para que las propiedades del propóleos recogido no se pierdan o alteren, es recomendable acoplarlo en bolsas de plástico transparentes, hasta que se entregue para su utilización. Se debe tener (a precaución do no almacenar grandes volúmenes, para evitar que se compacte desmereciendo significativamente la calidad del producto (Ordóñez 2005).

### **Conservación**

En general, si el propóleos recolectado se va a almacenar por largo tiempo, se debe conservar sometiéndolo a temperaturas que oscilen entre  $-10^{\circ}$  y  $-20^{\circ}\text{C}$  durante 48 horas (Ordóñez 2005).

## 3.2 Marco referencial

### 3.2.1 Resultado de investigaciones similares

En las últimas décadas, el propóleo, ha atraído el interés de investigadores de todo el mundo debido a sus diversas propiedades biológicas y farmacológicas, con más de 2500 artículos publicados en Pubmed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> ) sobre esta sustancia en los últimos 30 años (Silva et al. 2018). Hoy en día, el propóleo se ha utilizado ampliamente para tratar diversas enfermedades, incluidas las que afectan el tracto gastrointestinal, como la mucositis, la colitis, la gastritis y la úlcera péptica. Esto se suma a su potencial para tratar diferentes formas de cáncer gastrointestinal. En las siguientes investigaciones se evidencia el efecto del propóleo en la salud de la colonia y como alternativa para el control del ácaro *Varroa destructor*.

1. (Drescher et al. 2017), investigaron si el propóleo, depositado naturalmente en los nidos, puede proteger a las abejas contra los ácaros ectoparásitos *Varroa destructor* y los virus asociados. Como resultado se tuvo que el virus DWV aumentó significativamente menos en las colonias con propóleo añadidos, que en las colonias a las que se le eliminaron los propóleos, mientras la infestación por SBV fue similar. Las colonias con propóleo añadidos también fueron significativamente más fuertes que las colonias a las que se le eliminaron los propóleos. Estos hallazgos indican que el propóleo puede interferir con la dinámica de los virus transmitidos por *Varroa*, lo que enfatiza aún más la importancia del propóleo para la salud de la abeja melífera.
2. (Simone-Finstrom et al. 2017), llegaron a la conclusión que a pesar de que el propóleo puede ser una fuente de contaminación por pesticidas, también tiene el potencial de ser un agente desintoxicante o iniciador de las vías de desintoxicación, así como también de aumentar la longevidad de las abejas a través de vías relacionadas con los antioxidantes.
3. (Damiani et al. 2010) demuestran que el porcentaje de ácaros muertos por los tratamientos con propóleo oscilaron entre 60.5% y 90% después de 30 días de exposición. Por lo tanto, *Varroa* era muy susceptible a los propóleos.

Además, los ácaros permanecieron anestesiados durante las primeras horas después del tratamiento tópico. Los resultados sugieren que el propóleo de las pampas argentinas podría incorporarse en las colonias de abejas melíferas como tratamiento acaricida por aspersión.

4. (Garedew et al. 2002), realizaron un trabajo de laboratorio y descubrieron que el propóleo extraído con etanol al 70% es altamente tóxico para el ácaro *Varroa*, un propóleo al 10% (p / v) resulta en una mortalidad del 100% con un tiempo de contacto breve de 5 s.
5. (Damiani et al. 2010) descubrieron que las abejas infestadas que fueron pulverizadas con una solución de propóleo al 10% no resultaron afectadas pero el 78% de los ácaros que las parasitaban resultaron muertos. La alimentación de las abejas con extractos de propóleo en jarabe de azúcar no mostró efectos tóxicos para los ácaros, pero causó la muerte de las abejas tratadas con la concentración más elevada.
6. (Nicodemo et al. 2013), Los niveles de almacén de miel y polen se correlacionaron significativamente y positivamente con la producción de propóleo.
7. (Mezgabu et al. 2016), realizaron una investigación con diferentes concentraciones de tintura de propóleo. Las concentraciones utilizadas en el bioensayo fueron del 5%, 7,5%, 10%, 15%, 20% (p / v). Sin embargo, el análisis del residuo de acaricida del propóleo no se realizó. El presente hallazgo experimental reveló que la concentración de propóleo al 20% (p / v) era altamente tóxica para los ácaros que narcotizan al 100% en diez segundos.
8. (Abou-Shaara 2017), evaluó el comportamiento de aseo en las colonias de abejas, estimulado con azúcar y propóleo, puede ayudar a controlar las poblaciones del ácaro *Varroa* sin dañar a las abejas.

9. (Pineda 2015), realizó una investigación en el departamento de Santa Rosa, Guatemala, donde determinó la efectividad del propóleo sobre el control del ácaro *Varroa destructor* con dos proporciones diferentes de tintura de propóleo al 17% (10 y 15 %) aplicado en forma de jarabe en dosis de 50 ml por colmena. Como resultado pudo observar una disminución en el porcentaje de infestación con *Varroa*. La efectividad fue leve, no significativo en comparación al tratamiento control, pero que puede ser una alternativa para el control de este parásito.

## 4 OBJETIVOS

### General

Evaluar el uso de propóleos para el control de varroasis en colonias de *Apis mellifera*, en el municipio de Esquipulas Palo Gordo, San Marcos.

### Específicos

1. Evaluar el efecto de tres dosis en volumen de tinturas de propóleos a concentraciones del 15% provenientes de dos localidades, en el control del ácaro *Varroa destructor*.
2. Determinar cuál de las dosis, en volumen, de propóleos es recomendable para el control del ácaro *Varroa destructor*.
3. Evaluar el efecto de aplicar tinturas de propóleos en la supervivencia de abejas.

## 5 HIPÓTESIS

1. Los propóleos, provenientes de las dos localidades, son efectivos para el control del ácaro *Varroa destructor*.
2. Los tratamientos aplicados en mayor volumen (100 y 150 ml), serán más efectivos para el control del ácaro *Varroa destructor*.
3. Las diferentes dosis de propóleos al 15%, no causan algún efecto secundario negativo inmediato, en la colonia de abejas.

## **6 METODOLOGÍA**

Esta investigación se efectuó en los meses de agosto de 2018 a enero de 2019, con el establecimiento del apiario en el mes de septiembre, generalmente un mes lluvioso, donde las condiciones ambientales de precipitación, humedad y temperatura, crearon las condiciones adecuadas para realizar la presente investigación.

### **6.1 Descripción del sitio experimental**

La presente investigación se llevó a cabo en la Aldea Tanil del municipio de Esquipulas Palo Gordo, del departamento de San Marcos, la cual presenta una precipitación pluvial media anual de 2,138 mm, temperaturas que oscilan entre los 5 y 20°C, aunque en los meses más fríos pueden llegar hasta -4°C, teniendo generalmente una humedad relativa de 83% en promedio anual. Ubicándose el apiario en las coordenadas: 14°55'39.91" latitud Norte y 91°48'46.20" longitud Oeste, a una altitud de 2545 msnm.

### **6.2 Descripción de las localidades fuente de propóleos**

Según Bankova, 2005, los propóleos varían dependiendo de la flora local, por lo que se procedió a realizar la recolección en dos localidades diferentes, ubicadas, la primera en el municipio de Tejutla y la segunda en el municipio de San Pablo, ambos del departamento de San Marcos, los cuales presentan diferentes condiciones climáticas y vegetación.

#### **6.2.1 Localidad 1. Caserío Campachán del municipio de Tejutla**

El caserío Campachán se localiza al Noroeste de la cabecera municipal de Tejutla, en las coordenadas geográficas: 15°11'04" latitud norte y 91°51'48" longitud oeste, a una distancia de 12 Km de la cabecera municipal, 44 de la cabecera departamental y 294 de la ciudad capital y a una altitud de 2800 msnm.

En cuanto a la flora existente, debido a la falta de información generada en el país, no se puede determinar cuáles especies son nectaríferas, por lo que solo se presenta un listado de plantas presentes.

**Arbustos:** Trueno (*Ligustrum lucidum*), Arrayan (*Myrtus comunis*), Carrizo (*Laciasis divaricada*), Chichicaste (*Urtica ureas*), Chilca (*Bacharis scandeus*), Izote (*Yuca elephantipes*), Miche (*Erythrina divaricada*), Mora silvestre (*Cholorophira tintoriz*), Saúco (*Sambucus sp*).

**Pastos:** Avena (*Avena sativa*), Grama (*Axonopus afinis*), Setarea (*Setaria sp*).

**Ornamentales:** Rosa (*Rosa cinensis*), Begonia (*Begonia sp*). Cartucho (*Anthurium montanum*), Flor de pascua (*Euphorbia leucacephala*), Buganvilia (*Boungaincillea hortorum*), Geranio (*Pelargonium hortorum*), Margarita (*Chrysanthemum sp*), Flor quinceañera (*Impatiensa sp*), Clavel (*Dianthus caryophyllus*), Crisantemo (*Crisantemum sp*).

**Herbáceas:** Grama (*Penisetum pseudostrobus*), Mecate (*Agave spp*), Hierva de chivo (*Ageratum canyzoides*), Mozote (*Bidens pilosa*), Hierba socialista (*Emilia jonchifolia*), Pajón (*Mukehmbergia spp*).

**Medicinales:** Apazote (*Chenopodium ambrosoides*), Hinojo (*Foenicum vulgare*) Manzanilla (*Matricaria courrantiana*), Orégano (*Lippia graveolens*), Pericón (*Tagetes lucida*), Ruda (*Ruta graveolens*), Salvia (*Salvia officinalis*), Artemisa (*Artemisa vulgaris*), Malva (*Malva neglecta*), Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Chilca (*Beacharis scandeus*), Hierba buena (*Menta spp*), Verbena (*Verbena litoralis*) y Cola de caballo (*Euisetum arvense*).

## **Arboles**

La cobertura forestal predominante es de bosques coníferos, bosques latifoliadas y bosques mixtos; con especies como: Ciprés (*Cupressus lusitánica*), Pino (*Pinnus sp*), Aliso (*Alnus sp*), Encino (*Quercus sp*), Roble (*Cedrela odorata*), Pinabete (*Abies guatemalensis*), Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), Madrón (*Arbustos xalapensis*).

### **6.2.2 Localidad 2. Municipio de San Pablo, Caserío El Trapiche**

El caserío Trapiche se localiza al Este de la cabecera municipal de San Pablo, en las coordenadas geográficas: 14°55'52" latitud norte y 91°58'49" longitud oeste, a una distancia de 4 Km de la cabecera municipal, 48 kilómetros de la cabecera departamental y 293 de la ciudad capital y a una altitud de 633 msnm.

Los climas predominantes según Thornthwaite son cálido muy húmedo y semicálido muy húmedo, además semifrío húmedo. Lo cual presenta una precipitación pluvial media anual de 1,060.76 mm y temperaturas que oscilan entre los 13 a 35°C.

“El avance de ocupación de los suelos, que ocurrió durante la expansión del cultivo de café, provocó la sustitución de áreas boscosas por plantaciones comerciales, esto causó disminución de la biodiversidad propia de la región, tanto flora como fauna”(SEGEPLAN 2010) .

Sin embargo, se pueden encontrar especies como: Cedro (*Cedrela Odorata*), Tepemiste (*Poeppigia procera*), Palo (*Blanco roseodendron donnellsmithii*), Nance (*Byrsonima crassifolia*), Cushín (*Diphysa americana*), Guachipilín (*Diphysa carthagenensis Jacq.*), Hule (*Hevea brasiliensis*), Gigante (*Jacaranda mimosifolia*), Jacaranda (*Jacaranda sp.*), Banano (*Musa sp.*), Ciprés (*Neocupressus lusitanica*), Aguacate (*Persea americana*), Frijol (*Phaseolus vulgaris*), Zope (*Piscidia grandiflora*), Quina (*Pleuranthodendron lindenii*), Zapote (*Pouterua mammosa*), Guayaba (*Psidium guajava*), Maíz (*Sea mays*), Guayabo (*Terminalia oblonga*), Volador (*Terminalia oblonga*), Cacao (*Theobroma cacao*), Izote (*Yuca guatemalensis*) (SEGEPLAN 2010).

### 6.3 Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de Bloques al azar (DBA), en donde el modelo estadístico es el siguiente:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varphi_{ij} \quad i = 1, \dots, t \quad j = 1, \dots, b$$

Donde:

$\mu$  media general

$\tau_i$  efecto del i-ésimo tratamiento

$\beta_j$  efecto del j-ésimo bloque

$\varphi_{ij}$  error experimental en la unidad j del tratamiento i (UNAM 2007)

#### 6.3.2 Tratamientos evaluados

Tabla 2: Tabla de resumen de tratamientos

Tratamiento	Identificación
T1	Testigo absoluto (Sin aplicación)
T2	Testigo relativo (Jarabe de azúcar con ácido oxálico al 5%)
T3	50 ml/colmena de tintura de propóleos al 15% de localidad 1 (Caserío Campachán, Tejutla)
T4	100 ml/colmena de tintura de propóleos al 15% de localidad 1 (Caserío Campachán, Tejutla)
T5	150 ml/colmena de tintura de propóleos al 15% de localidad 1 (Caserío Campachán, Tejutla)
T6	50 ml/colmena de tintura de propóleos al 15% de localidad 2 (Aldea Trapiche, San Pablo)
T7	100 ml/colmena de tintura de propóleos al 15% de localidad 2 (Aldea Trapiche, San Pablo)
T8	150 ml/colmena de tintura de propóleos al 15% de localidad 2 (Aldea Trapiche, San Pablo)

Fuente: elaboración propia

**OBSERVACIÓN:** Todos los tratamientos a base de tinturas de propóleos fueron aplicados por aspersión, directamente a la colonia de abejas, a cada cuatro días para un total de 5 aplicaciones, excepto el testigo relativo al que se le aplicó ácido oxálico en forma de jarabe.

### Distribución de los tratamientos en campo

**Tabla 3: Distribución de los tratamientos**

DISTRIBUCION ALEATORIA DE TRATAMIENTOS POR BLOQUE		
Bloque I	Bloque II	Bloque III
T8	T3	T3
T1	T4	T7
T3	T2	T6
T4	T6	T8
T7	T8	T4
T5	T5	T1
T6	T7	T2
T2	T1	T5

Fuente: elaboración propia

## 6.4 Variables estudiadas

### 6.4.1 Variables independientes

Las variables independientes fueron: tres volúmenes de tinturas de propóleos a una concentración del 15% de dos localidades (Aldea Campachán del municipio de Tejutla y Aldea El Trapiche del municipio de San Pablo). Para mayor detalle, ver el desglose de tratamientos en la Figura 5, en la sección de anexos.

## **6.4.2 Variables dependientes**

### **6.4.2.1 Nivel de infestación en abejas adultas**

La evaluación de esta variable se inició cuatro días antes de la aplicación de los tratamientos, y ocho días después de haber finalizado la aplicación de todos los tratamientos. Utilizando la metodología de FAO, llamado doble tamiz, detallado en literatura (TECA s. f.).

### **6.4.2.2 Mortalidad de ácaros por efecto acaricida del propóleo**

Se contabilizaron los ácaros muertos caídos al piso de la colmena (Schmidt, 2005), después de realizar cada una de las aplicaciones de los tratamientos. Para eso se utilizó el método descrito por González et al., (2015) (Martha Celina González Güereca, Isaías Chaírez Hernández y Gerardo Pérez Santiago s. f.), que consiste básicamente en introducir una lámina metálica galvanizada de 35x55 cm y con una cuadrícula marcada de 10 x 10 cm, a la que se le aplicó una capa delgada de vaselina sólida, que sirvió para retener los ácaros muertos caídos y a las 24 horas de aplicar los tratamientos se procedió a retirar las láminas para contabilizarlos.

### **6.4.2.3 Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos**

Esta variable se determinó, en caso de que las tinturas de propóleo presentasen toxicidad o algún efecto negativo, realizando el conteo de abejas encontradas muertas sobre la lámina utilizada para coleccionar los ácaros caídos descrito anteriormente, 24 horas después de la aplicación de los tratamientos.

### **6.4.2.4 Fortaleza de la colmena**

Esta variable se midió utilizando cuatro parámetros según la metodología descrita en (Delaplane et al. 2013), que consiste en una medición subjetiva que se basa en estimaciones visuales de uno o más observadores que tengan experiencia en la apicultura. A estos parámetros se les asignó un puntaje por cada caja (cámara de cría y alzas) de la colmena los cuales se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4. Parámetros de medición de Fortaleza de colmena**

Abejas		Postura		Cría operculada	
Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje	Nivel	Puntaje
Bajo	1	Bajo	1	Bajo	1
Medio	2	Medio	2	Medio	2
Alto	3	Alto	3	Alto	3

Fuente: elaboración propia (Con parámetros sugeridos en (Delaplane et al. 2013))

En caso que la colmena contara con reserva de miel, se le sumaba un punto. Cada colmena estaba sujeta a recibir un total de 10 puntos.

#### **6.4.2.5 Eficacia de los tratamientos**

Esta variable se determinó a través de la metodología descrita por Llorente y Martínez, corregido por Schneider y Orelli y citado por Ferrer et al., (1995), utilizando la variable nivel de infestación en abejas adultas, la cual es utilizado en ensayos con pesticidas para el correcto cálculo de la variable porcentaje de mortalidad (Schmidt et al. 2008).

$$\% \text{ de eficacia} = \frac{(\% \text{ infestación inicial} - \% \text{ infestación final}) \times 100}{\% \text{ infestación inicial}}$$

### **6.5 Manejo del experimento**

#### **6.5.1 Nivel de infestación de las colmenas por el ácaro *Varroa destructor***

A las colmenas previo a ser adquiridas, se les realizó un análisis para determinar que cumplieran con el 3% de infestación del ácaro *Varroa destructor*.

#### **6.5.2 Alimentación**

Debido a las condiciones climáticas de la localidad, fue necesario alimentar a todas las colmenas, utilizando azúcar, polen y jugo de limón.

### **6.5.3 Selección de colmenas experimentales**

Se seleccionaron las colmenas de abejas con niveles de infestación del ácaro Varroa, mayores al 3%.

### **6.5.4 Diagnóstico para la determinación del nivel de infestación por Varroa**

Para determinar esta variable, se utilizó el método de Muestreo de doble Tamiz, sugerido por FAO, detallado en literatura (TECA s. f.).

### **6.5.5 Preparación de tintura de propóleos**

Para la elaboración de la tintura de propóleos se utilizó la cristalería y equipo del laboratorio del Centro Universitario de San Marcos (CUSAM), con el apoyo del personal especializado en preparación de soluciones químicas, de acuerdo a la metodología siguiente:

#### **6.5.5.1 Recolección**

Para la colección de los propóleos de la colmena se utilizó el método de recolección Técnica, en el que el propóleos se recoge de la colmena mediante unas rejillas de plástico semi-rígido que se colocaron entre la última alza y el techo o la entre-tapa, donde las abejas intentan propolizar los huecos que la forman.

Al retirar estas rejillas, se introdujeron a un congelador a una temperatura entre -10 a -20°C como mínimo de 2 a 3 horas, hasta que el propóleos tomara una consistencia quebradiza y así poder recolectarlo fácilmente (Ordóñez 2005).

#### **6.5.5.2 Preparación**

Para preparar el propóleos crudo para la extracción, se eliminaron los primeros restos gruesos, como trozos de madera o abejas muertas (Homogenizado). Luego, se maximizó la superficie de contacto de los propóleos con el solvente, se utilizó un raspador para fragmentar el propóleos en pequeños trozos hasta dejarlo en forma de polvo. (FAO 2017).

### 6.5.5.3 Extracción

Se agregó 600 ml de etanol (70 grados) por cada 200 g de propóleos, dejando reposar por al menos 10 días, agitándolo constantemente.

**Recomendación:** La elección del disolvente correcto es muy importante, especialmente si se va a trabajar con abejas. Normalmente, solo se debe usar etanol (Fokt et al. 2010) (también llamado "alcohol puro" o "alcohol etílico" C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>O) (FAO 2017).

Se filtró el propóleos utilizando filtros de café, hasta obtenerse la fase alcohólica. Repitiendo el proceso hasta la extracción total de principios activos alcohólicos solubles, uniendo ambas fases proporcionalmente se obtuvieron las soluciones hidro-alcohólicas (Ordóñez 2005).

Eliminando el solvente de la solución total o de las fases independientemente por incubación, se obtendrá polvo de principios activos totales de los propóleos (propóleos blando), que puedan ser medibles para garantizar la dosificación de sus posteriores re-diluciones en cualquier solvente que sea necesario emplear (Ordóñez 2005).

Para la presente investigación se utilizó una concentración del 15% peso/volumen (w/v). Esto significa que la solución 15% p/v tenía 15 gramos de soluto en cada 100 ml de solución. En la siguiente tabla se muestra la cantidad de solución que se utilizó en el experimento:

**Tabla 5. Resumen del volumen de tintura de propóleos utilizado, a una concentración del 15%.**

Tratamiento	Volumen (ml)	Repeticiones	No. de aplicaciones	Volumen Total (ml)
T1	0	3	5	0
T2	0	3	5	0
T3	50	3	5	750
T4	100	3	5	1500
T5	150	3	5	2250
T6	50	3	5	750
T7	100	3	5	1500
T8	150	3	5	2250
			Total	9000ml = 9L

Fuente: elaboración propia

**Tabla 6. Cantidad total en Kg de propóleos blando (purificado) utilizado.**

Relación de propóleos al 15% (peso/volumen)	
15g	100ml
150g	1 L
1.35 Kg	9 L

Fuente: elaboración propia

En resumen, se utilizaron nueve litros de tintura de propóleos a una concentración del 15%. La relación de la concentración es peso sobre volumen (p/v). La cantidad de propóleos puro, utilizado, fue de 1.35 kg en total para toda la investigación. Esto medido luego de haber realizado la purificación, como se describe anteriormente.

### 6.5.6 Forma de aplicación

La aplicación de los propóleos se realizó en horarios de 8 a 12 de la mañana, la forma de aplicación fue por aspersion utilizando un pulverizador manual de plástico, excepto el testigo relativo con ácido oxálico que fue aplicado en forma de jarabe. El pulverizador contaba con boquilla de abanico plano, que producía una gota lo suficientemente fina, tal como lo sugiere Damiani et. al., (2010). Se abrían las colmenas y se pulverizaba directamente a cada uno de los cuadros y abejas presentes.

Además del contacto que se produjo entre la solución y el ácaro, se buscaba que las abejas al limpiarse consumieran la disolución para aumentar la efectividad del producto, que además de contener propiedades acaricidas, también contiene propiedades fúngicas, bactericidas entre otros. Esto viene a mejorar la salud a nivel de colonia (Borba et al. 2015), (Drescher et al. 2017).

### **6.5.7 Frecuencia de aplicación**

Se realizaron cinco aplicaciones a un intervalo de 4 días entre cada aplicación, utilizando un pulverizador manual, de la forma ya descrita en el punto 8.5.7.

### **6.5.8 Frecuencia de conteo de ácaros y abejas muertas**

Para poder determinar la eficacia de los tratamientos, fue necesario realizar el conteo de ácaros y abejas muertas, sobre las bandejas. El conteo se realizó 24 horas después de cada una de las aplicaciones. Haciendo un total de 5 conteos. Los datos fueron registrados en tablas con formato pre-establecido.

## **6.6 Análisis de la información**

**Tabulación, análisis e interpretación de la información:** La información fue tabulada mediante hojas de cálculo y analizada a través de estadística descriptiva e inferencia. Las proyecciones y pronósticos con base a criterios de expertos quienes desarrollaron investigaciones similares.

Se ejecutaron pruebas de análisis estadístico de varianza (ANOVA) para el arreglo de bloques al azar. Para las variables con diferencia significativa se les hizo el cálculo de la prueba de LSD Fisher con un nivel de significancia al 0.05.

Para acelerar el procesamiento y precisión de los datos obtenidos de las mediciones correspondientes, se hizo uso de software informático, algunas de licencia libre y propietarias como INFOSSTAT®.

## 7 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los análisis de las distintas variables estudiadas con el propósito de evaluar las hipótesis formuladas para esta investigación.

### 7.1 Variable: Nivel de infestación (%) en abejas adultas:

Se presentan los datos recolectados en campo del nivel de infestación de cada uno de los tratamientos.

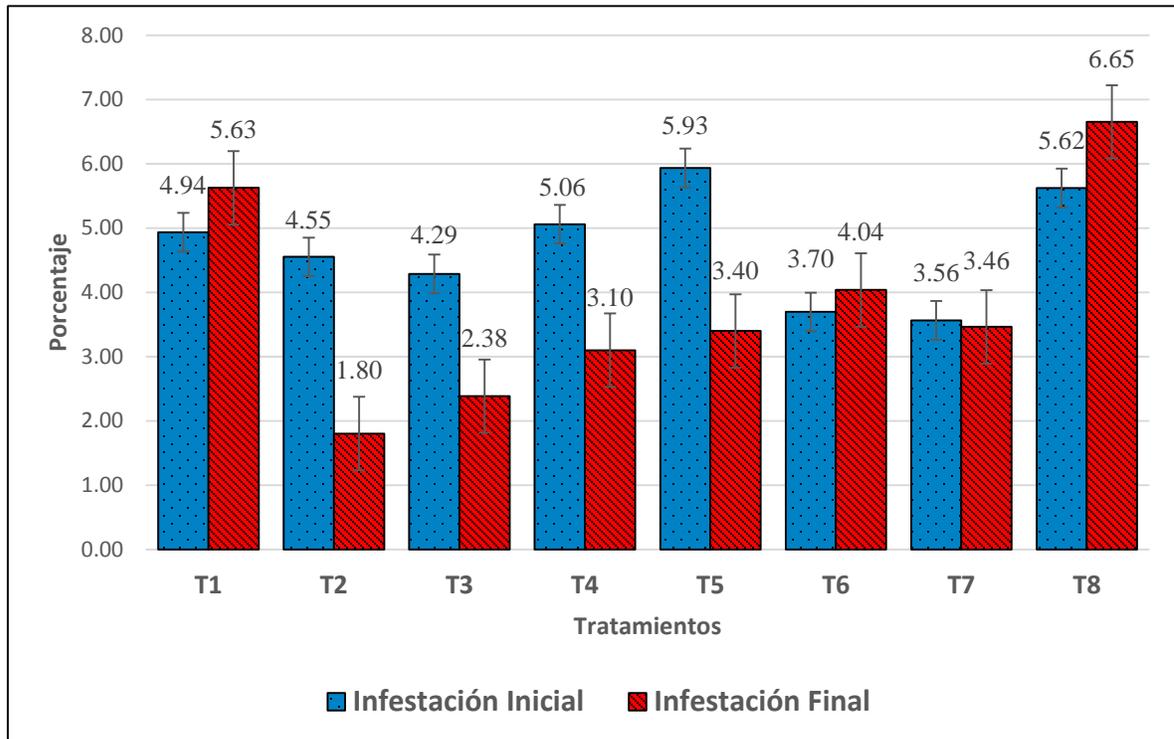
**Tabla 7. Infestación inicial y final del ácaro Varroa por cada tratamiento**

<b>Tratamiento</b>	<b>Infestación Inicial (%)</b>	<b>Infestación Final (%)</b>
<b>T1</b>	4.94	5.63
<b>T2</b>	4.55	1.80
<b>T3</b>	4.29	2.38
<b>T4</b>	5.06	3.10
<b>T5</b>	5.93	3.40
<b>T6</b>	3.70	4.04
<b>T7</b>	3.56	3.46
<b>T8</b>	5.62	6.65

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

En la siguiente gráfica se presentan los resultados del porcentaje de infestación con el ácaro Varroa de las colmenas para los periodos pre y post-tratamiento:

**Gráfica 1. Variable: Nivel de infestación en abejas adultas**



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

En la Gráfica 1 se observa que los tratamientos T2 (Testigo relativo usando ácido oxálico), T3 (50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla), T4 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla), T5 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla) y T7 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo), provocaron una disminución en el porcentaje de infestación con el ácaro Varroa. Caso contrario a los tratamientos T1

### Resumen de tratamientos

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo absoluto
T2	Ácido oxálico
T3	50 ml/colmena Tejutla
T4	100 ml/colmena Tejutla
T5	150 ml/colmena Tejutla
T6	50 ml/colmena San Pablo
T7	100 ml/colmena San Pablo
T8	150 ml/colmena San Pablo

(Testigo absoluto), T6 y T8, quienes presentaron un incremento en la población del ácaro. Estos datos se analizan con más detalle en el punto 9.5, en la variable eficacia de los tratamientos.

## 7.2 Variable: Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos.

Se presentan los datos recolectados en campo (Tabla 8 y Gráfica 2), de las cinco aplicaciones de los tratamientos evaluados, para la variable Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos.

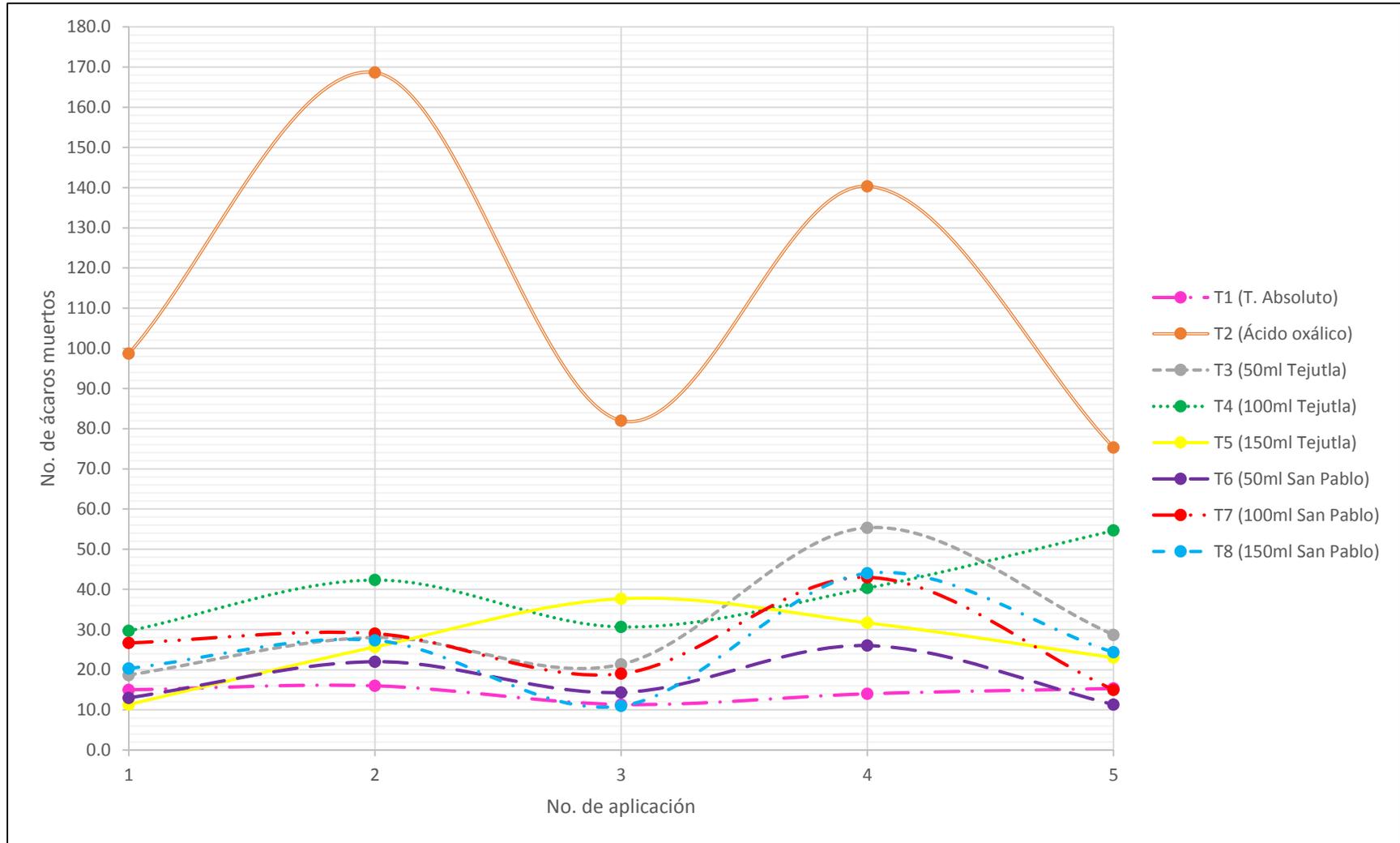
**Tabla 8. Mortalidad de ácaros por aplicación**

Tratamiento	Medias de ácaros muertos				
	Aplicación 1	Aplicación 2	Aplicación 3	Aplicación 4	Aplicación 5
T1	15.0	16.0	11.3	14.0	15.3
T2	98.7	168.7	82.0	140.3	75.3
T3	18.7	28.0	21.3	55.3	28.7
T4	29.7	42.3	30.7	40.3	54.7
T5	11.3	25.7	37.7	31.7	23.0
T6	13.0	22.0	14.3	26.0	11.3
T7	26.7	29.0	19.0	43.0	15.0
T8	20.3	27.3	11.0	44.0	24.3

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

En la gráfica 2, se pueden observar diferencias entre el comportamiento de la mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos. Para el caso del ácido oxálico, se muestran dos máximas (segunda y cuarta aplicación), lo cual confirma lo investigado por (Vandame 2000), cuando atribuye al ciclo de vida de la abeja el incremento de las poblaciones de ácaros dentro de las colmenas, debido a que al nacer rompe el opérculo liberando los ácaros que hay dentro.

Gráfica 2. Ácaros muertos por número de aplicación



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

Para el grupo de las tinturas de propóleos, las tendencias van en incremento, en cuanto a la mortalidad de ácaros, hasta la aplicación número cuatro, momento de mayor eficacia, por lo que se asume que, a pesar de la poca mortalidad presentada bajo este método de medición (comparado con el testigo relativo), se considera que en la última aplicación (aplicación cinco), la población del ácaro Varroa disminuyó considerablemente.

Para una mejor visualización del desempeño de cada uno de los tratamientos, con tintura de propóleos, se subdividió la Gráfica 2 para comparar la eficacia de cada tratamiento, en relación a los testigos absoluto y relativo. Estas gráficas se presentan a partir del anexo 10.

En todas las aplicaciones de los tratamientos con tinturas de propóleos, los resultados muestran una mortalidad de ácaros superior al testigo absoluto e inferior al testigo relativo. Se puede observar que, de todos los tratamientos, el T6, es el que menor mortalidad presenta. Para determinar cuál de los tratamientos fue mejor, se procedió a realizar el análisis de Varianza (ANOVA) (Tabla 8).

**Tabla 9. ANOVA Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	21278.93	7	3039.85	22.52	<0.0001
<b>Tratamiento</b>	21278.93	7	3039.85	22.52	<0.0001
<b>Error</b>	2159.89	16	134.99		
<b>Total</b>	23438.82	23			

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

Los resultados del análisis de varianza indican que entre los tratamientos evaluados existen diferencias significativas. Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás.

**Tabla 10. Prueba de LSD Fisher para la Variable Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos**

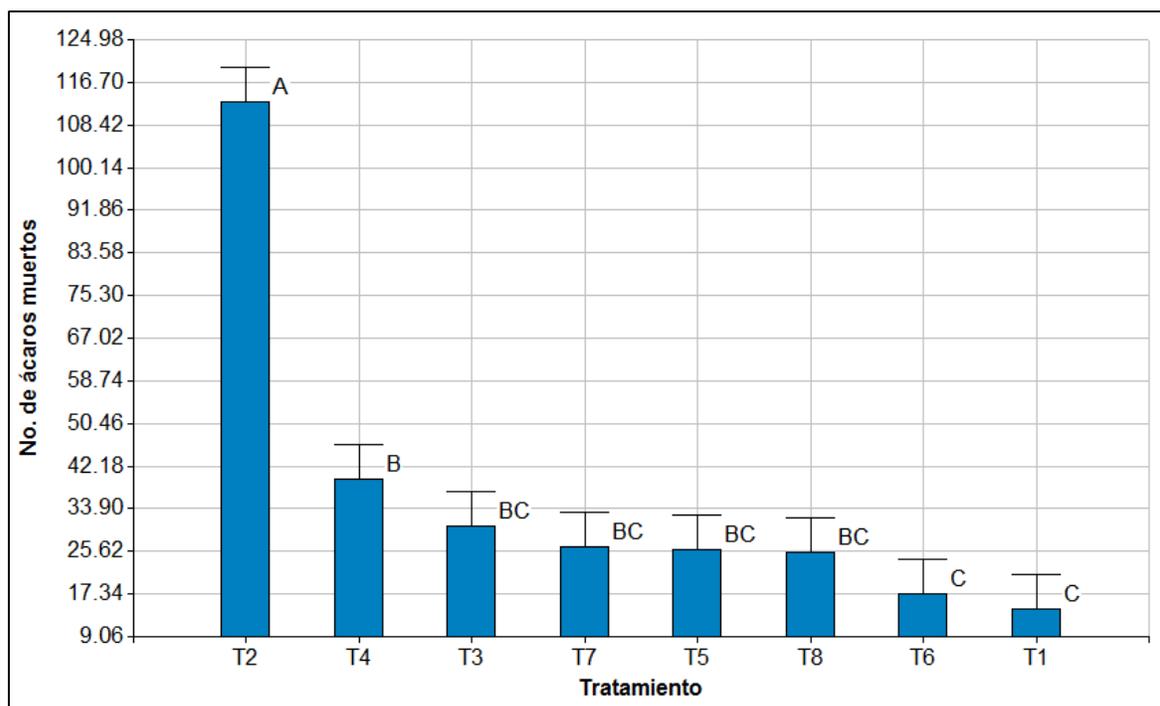
**Test:** LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=20.37708

**Error:** 138.5933 gl: 16

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>			
<b>T2</b>	113	3	6.71	A		
<b>T4</b>	39.53	3	6.71		B	
<b>T3</b>	30.4	3	6.71		B	C
<b>T7</b>	26.53	3	6.71		B	C
<b>T5</b>	25.87	3	6.71		B	C
<b>T8</b>	25.4	3	6.71		B	C
<b>T6</b>	17.33	3	6.71			C
<b>T1</b>	14.33	3	6.71			C
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )						

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 3. Prueba de LSD Fisher para la Variable Mortalidad de ácaros por efecto de los tratamientos**



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

En el análisis de la prueba de LSD Fisher de los tratamientos evaluados, los que menor efectividad lograron, en eliminar los ácaros, fueron el testigo absoluto T1 y T6 (50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo). Los tratamientos T3, T7, T5 y T8 presentan diferencia significativa ante el testigo absoluto. El mejor de los tratamientos con tinturas de propóleos fue el T4 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla).

### 7.3 Variable: Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos

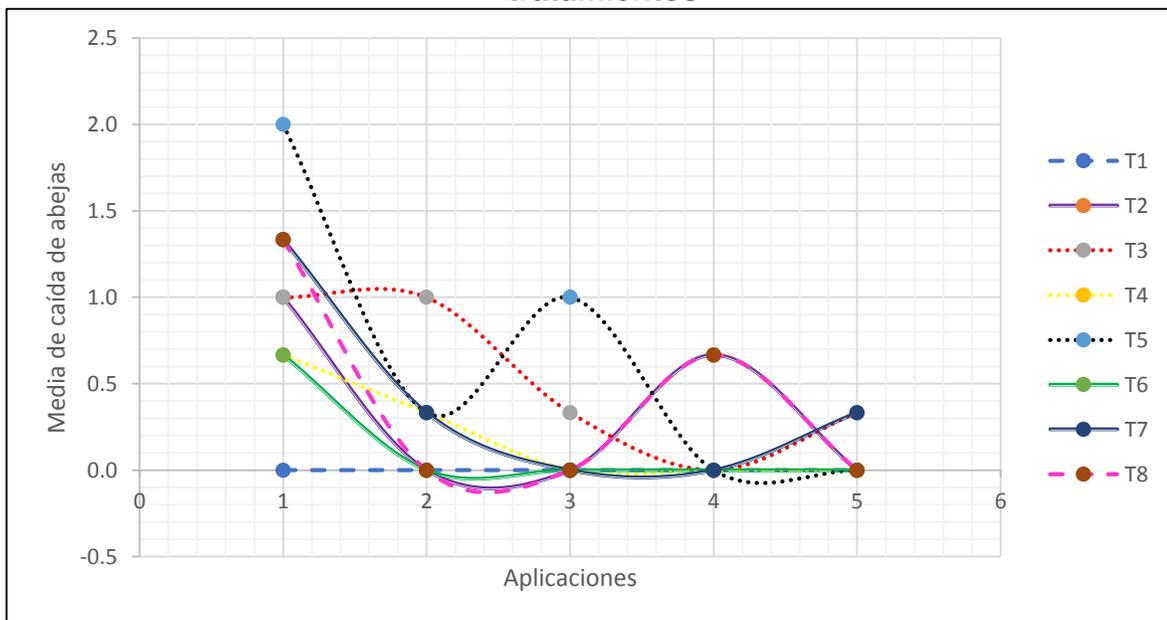
En la Tabla 11 y gráfica 4, se muestran los datos recolectados durante las cinco aplicaciones de los tratamientos, para la variable Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos.

**Tabla 11. Datos recolectados en campo de la variable Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos**

Tratamiento	Media de abejas muertas				
	Aplicación	Aplicación	Aplicación	Aplicación	Aplicación
	1	2	3	4	5
T1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
T2	1.0	0.0	0.0	0.7	0.0
T3	1.0	1.0	0.3	0.0	0.3
T4	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0
T5	2.0	0.3	1.0	0.0	0.0
T6	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0
T7	1.3	0.3	0.0	0.0	0.3
T8	1.3	0.0	0.0	0.7	0.0

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 4. Medias de abejas muertas durante las aplicaciones de los tratamientos**



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

Esta variable no presenta variaciones negativas que puedan estar relacionadas a la aplicación de los tratamientos, ya que no se observaron larvas o huevecillos muertos, ni el aborto de las pupas. La mayoría de estas abejas, cayeron por la manipulación de los panales, al aplicarse los tratamientos con tintura de propóleos.

**Tabla 12. ANOVA Mortalidad de abejas por efecto de los tratamientos**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	0.99	7	0.14	1.32	0.3027
<b>Tratamiento</b>	0.99	7	0.14	1.32	0.3027
<b>Error</b>	1.71	16	0.11		
<b>Total</b>	2.69	23			

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

En el análisis de varianza –ANOVA- del porcentaje de abejas Muertas, no presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos.

Al observar los valores de P-valor (0.3027) es mayor al alfa (0.05), lo que indica que no se presentaron diferencias significativas, ni siquiera con el testigo absoluto, por lo que se considera que ninguno de las dosis de tinturas de propóleos es tóxico para las colonias de abejas, evaluadas bajo este método de aplicación.

#### **7.4 Variable: Fortaleza de la colmena**

En la Tabla 13, se presenta los datos recolectados en campo, para la variable Fortaleza de la colmena.

**Tabla 13. Fortaleza de las colmenas al principio y final de los tratamientos**

<b>Tratamiento</b>	<b>Puntaje Inicial</b>	<b>Puntaje Final</b>	<b>Diferencia</b>
<b>T1</b>	8.3	16.7	8.3
<b>T2</b>	8.7	16.3	7.7
<b>T3</b>	8.3	19.7	11.3
<b>T4</b>	9.3	19.0	9.7
<b>T5</b>	8.3	17.3	9.0
<b>T6</b>	7.3	17.7	10.3
<b>T7</b>	8.0	16.7	8.7
<b>T8</b>	8.3	18.0	9.7

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

Se presenta el Análisis de Varianza (ANOVA) para la variable, fortaleza de la colmena.

**Tabla 14. ANOVA de la variable: Fortaleza de la colmena**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo.</b>	28.67	7	4.1	3.51	0.0178
<b>Tratamiento</b>	28.67	7	4.1	3.51	0.0178
<b>Error</b>	18.67	16	1.17		
<b>Total</b>	47.33	23			

Fuente: elaboración propia

Los resultados del análisis de varianza indican que para el caso de los tratamientos evaluados existen diferencias significativas. El p-valor (0.0178) es menor al alfa (0.05). Por lo tanto, al menos uno de los tratamientos fue diferente a los demás.

**Tabla 15. Prueba de LSD Fisher para la variable Fortaleza de la colmena**

**Test:** LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=1.86958

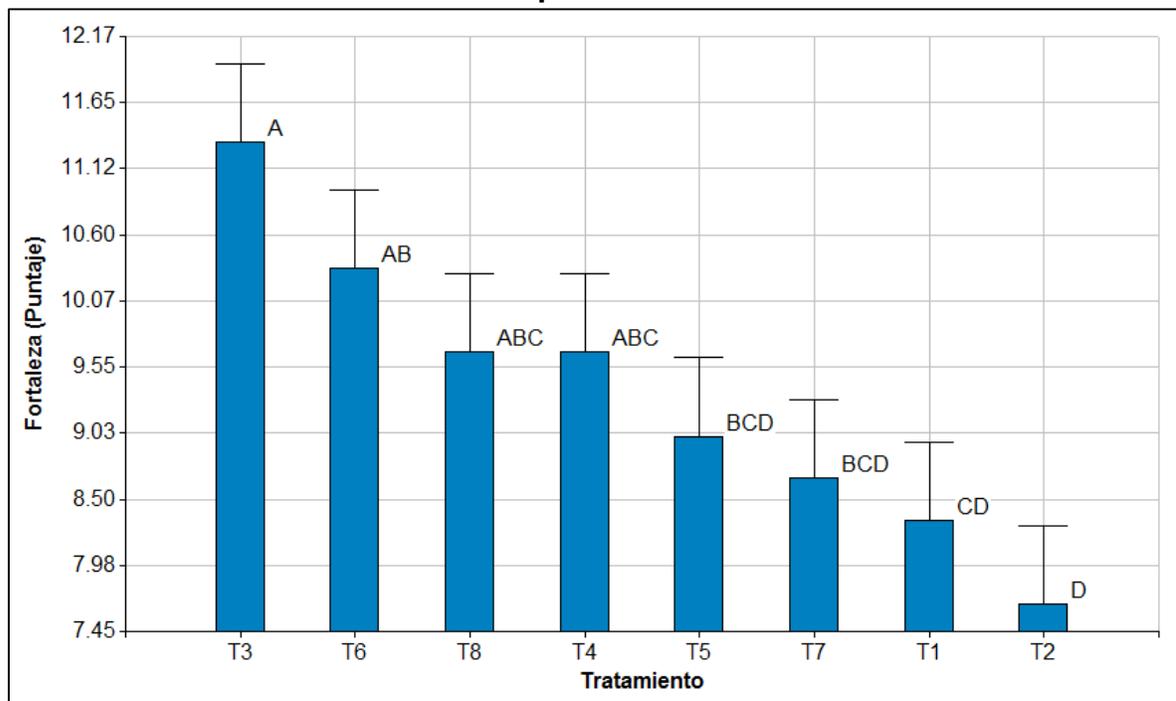
**Error:** 1.1667 gl: 16

Tratamiento	Medias	n	E.E.				
T3	11.33	3	0.62	A			
T6	10.33	3	0.62	A	B		
T8	9.67	3	0.62	A	B	C	
T4	9.67	3	0.62	A	B	C	
T5	9	3	0.62		B	C	D
T7	8.67	3	0.62		B	C	D
T1	8.33	3	0.62			C	D
T2	7.67	3	0.62				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 5. Prueba de LSD Fisher para la variable Fortaleza de la colmena**



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

La medición de la fortaleza fue de utilidad para evaluar el efecto de los tratamientos, para lo cual se utilizaron criterios tales como: postura, cría operculada y cantidad de abejas adultas. Al comparar la fortaleza al inicio de la aplicación de los tratamientos con la que presentaban las colmenas al final de la aplicación, se pudo observar un incremento significativo. Los tratamientos que presentaron mayor crecimiento fueron los tratamientos T3 y T6. Para el caso del tratamiento 6 (Gráfica 3), fue el que presentó menor Mortalidad de ácaros, pero en esta variable incentivó el crecimiento de la fortaleza.

Así mismo se determinó en esta variable, que ninguno de los tratamientos evaluados provocó efectos adversos observables sobre la colonia.

Al momento de la aplicación de los tratamientos sobre la colmena, los mismos incluyeron a la reina. No se observó ningún efecto negativo sobre la actividad de la misma, pues la postura se desarrolló en forma normal.

El ácido oxálico es un potente acaricida, aunque algunos estudios demuestran que puede detener el desarrollo de la cría y afectar el estado fisiológico de las colonias (Balears s. f.), posiblemente esta sea la razón por la cual, este tratamiento no presentó mayor desarrollo, incluso tuvo menor crecimiento que el testigo absoluto.

#### **7.5 Variable: Eficacia de los tratamientos.**

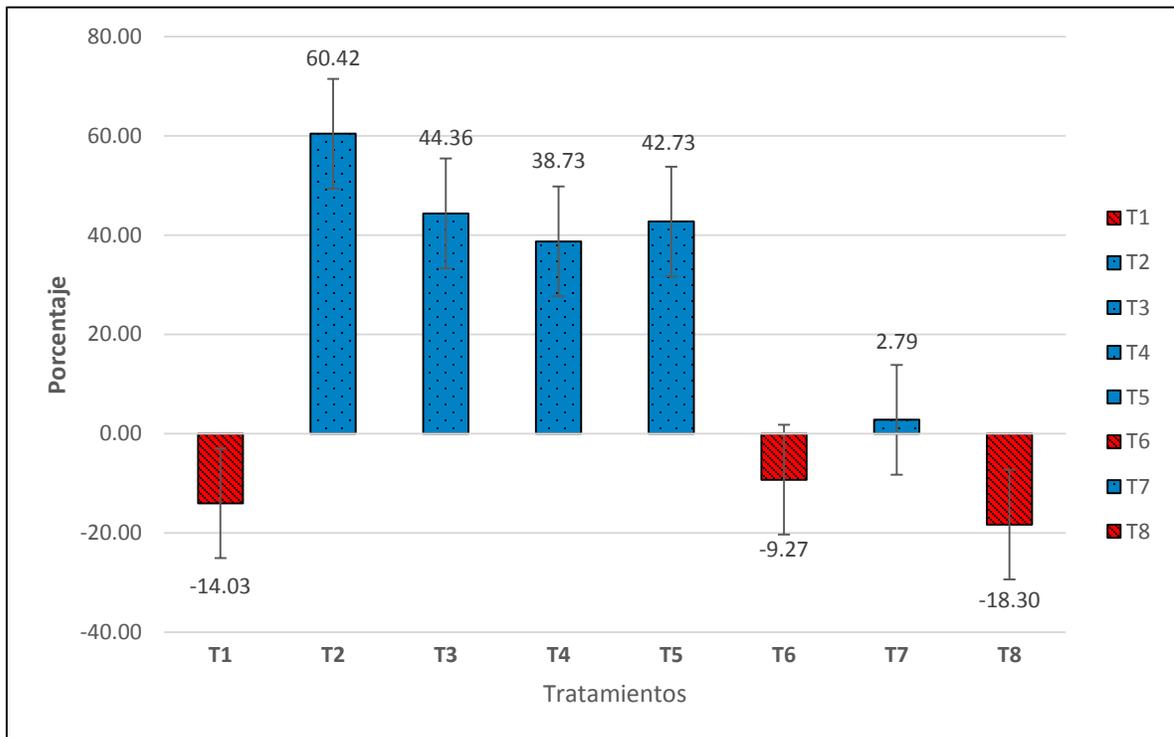
Se presentan los datos recolectados de los tratamientos aplicados de la variable eficacia (Tabla 16 y Gráfica 6).

**Tabla 16. Eficacia de los tratamientos**

Tratamiento	Eficacia
T1	-14.03
T2	60.42
T3	44.36
T4	38.73
T5	42.73
T6	-9.27
T7	2.79
T8	-18.30

Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 6. Eficacia de los tratamientos**



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

Se puede observar (Gráfica 6) que el tratamiento 2 (Testigo relativo, ácido oxálico), T3, T4 y T5 provocaron una disminución notable en el nivel de infestación con el ácaro *Varroa* en abejas adultas.

En la Tabla 16, se puede observar que la eficacia del ácido oxálico, fue de 60.42%, que se encuentra en los rangos de otras investigaciones (51,6% y 95%) (Balears s. f.). Los tratamientos con tinturas de propóleos, T3, T5 y T4, presentaron los porcentajes de eficacia más altos. Estos datos son inferiores al ácido oxálico, pero muestran resultados de eficacia superiores al testigo absoluto.

Estos resultados, demuestran la sensibilidad del ácaro a los propóleos, pero que definitivamente deben prepararse como tintura (extracto con alcohol etílico), ya que la mayoría de componentes activos, se habilitan al entrar en contacto con el etanol (Mezgabu et al. 2016). Y pueden distribuirse a toda la colmena, a diferencia de su disposición natural, solo se encuentra en las paredes y piquera de la colmena.

Crespo et al. 2011, evaluaron la eficacia de diferentes acaricidas, obteniendo como promedio un 85% de eficacia. Para esta investigación el tratamiento T3 (50 ml/colmena de tintura de propóleos de Tejutla), presenta una eficacia del 44.36%, que según Selvin, 2015, lo considera como una eficacia de nivel bajo. A pesar de este resultado, puede ser una alternativa para integrarse en el Manejo Integrado de Plagas en el combate del ácaro *Varroa*, ya que, según (Espinosa-Montaño y Guzmán-Novoa 2007), hoy en día, ante la exigencia de los mercados, se necesitan acaricidas naturales, que no presenten resistencia ante el ácaro, que no dejen residuos que contaminen la producción de miel y que tengan baja toxicidad.

## 8 CONCLUSIONES

1. Bajo las condiciones en que se efectuó este trabajo de investigación se concluye que el uso de tinturas de propóleos a una concentración del 15% en el control del ácaro *Varroa destructor* en *Apis mellifera*, contribuye significativamente, a disminuir las poblaciones del ácaro *Varroa destructor*.
2. Las dosis en volumen propuestas, de tinturas de propóleos, a concentraciones del 15%, son efectivas para el control del ácaro *Varroa destructor*, principalmente los que fueron obtenidos de la aldea Campachán del municipio de Tejutla.
3. De las dosis propuestas de tinturas de propóleos a una concentración del 15%, la más efectiva para el control del ácaro *Varroa destructor* fue la de 50 ml/colmena de propóleos procedentes del municipio de Tejutla, demostrando una eficacia del 44.36%.
4. El uso de tinturas de propóleos en colmenas de *Apis mellifera*, no afectó la supervivencia de las abejas, al contrario, las tinturas de propóleos incentivaron el crecimiento de la colmena, comparado con el testigo absoluto y relativo.

## 9 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda desarrollar nuevas investigaciones utilizando tinturas de propóleos, con fines apícolas, ya que según literatura, existe una gran diversidad de beneficios obtenidos de los propóleos, (Borba et al. 2015, Damiani et al. 2010, Simone-Finstrom et al. 2017); y considerando la diversidad de especies florales existentes en el país, podría ser que estos propóleos tengan propiedades especiales que aún no han sido descubiertas.
2. Se recomienda investigar las propiedades químicas y beneficios de los propóleos, procedentes de la aldea Campachán del municipio de Tejutla, del departamento de San Marcos, en cuanto al posible incremento de población de abejas, disminución de población del ácaro *Varroa destructor* y posiblemente también en la disminución de otras enfermedades bacterianas o fúngicas de las colmenas.

## 10 BIBLIOGRAFÍA

1. Abou-Shaara, HF. 2017. Using safe materials to control Varroa mites with studying grooming behavior of honey bees and morphology of Varroa over winter (en línea). *Annals of Agricultural Sciences*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aosas.2017.12.002>.
2. Balears, U de les I. 2019. Estudio de la toxicidad del ácido oxálico para *Apis mellifera* mediante la determinación de la DL50 - Índice del Libro de Actas IV Congreso SEAE - Colección cursos y conferencias - Libros electrónicos - Servicios - Fundació Càtedra Iberoamericana - Càtedras - Suport a la innovació - Innovamos y transferimos - Universitat de les Illes Balears (en línea, sitio web). Consultado 4 feb. 2019. Disponible en <https://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Estudio-de-la-toxicidad-del-acido-oxalico-para.cid221679>.
3. BeeAware. 2017. Varroa mites. Varroa Mite (en línea, sitio web). Consultado 23 sep. 2017. Disponible en <http://bee-aware.org.au/archive-pest/varroa-mites/>
4. Blacquièrre, T; Altreuther, G; Krieger, KJ. 2017. Evaluation of the Efficacy and Safety of Flumethrin 275 mg Bee-hive Strips (PolyVar Yellow®) against Varroa destructor in Naturally Infested Honey Bee Colonies in a Controlled Study. *Parasitology Research* 116(S1):109-122. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-017-5497-8>.
5. Borba, RS; Klyczek, KK; Mogen, KL; Spivak, M. 2015. Seasonal benefits of a natural propolis envelope to honey bee immunity and colony health. *Journal of Experimental Biology* 218(22):3689–3699.
6. Calderón, RA; Van Veen, JW; Sommeijer, MJ; Sánchez, LA. s. f. Reproductive biology of Varroa destructor in *Apis mellifera* colonies: focusing on Africanized honey bees. Rafael Angel Calderón Fallas :11.
7. Carreck, NL; Ball, BV; Martin, SJ. 2010. Honey bee colony collapse and changes in viral prevalence associated with *Varroa destructor*. *Journal of Apicultural Research* 49(1):93-94. DOI: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.1.13>
8. Castillo, J. 2014. EVALUACION DE LA EFICACIA DE LAS TINTURAS DE GUACHIPILÍN (*Diphysa robinoides*) AL 20% Y RUDA (*Ruta chalepensis*) AL 10% COMO TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS DE ORIGEN NATURAL PARA EL CONTROL DE VARROASIS (*Varroa destructor*) EN ABEJAS (*Apis mellifera*)..
9. Centralamericadata. 2015. Exportación de miel crece 42% (en línea, sitio web). Consultado 13 abr. 2018. Disponible en [https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Guatemala\\_Exportacin\\_de\\_miel\\_crece\\_42](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Guatemala_Exportacin_de_miel_crece_42).

10. Crespo, RJ; Crespo, LR; Viader, SA; Guardia López, A. 2011. Ensayo a campo de la eficacia de acaricidas comerciales para el control de *Varroa destructor* (Acari: varroidae) (en línea). RIA: Revista de Investigaciones Agropecuarias. Consultado 4 feb. 2019. Disponible en <http://agris.fao.org/agrissearch/search.do?recordID=DJ201-2067758>.
11. Damiani, N; Fernández, NJ; Maldonado, LM; Álvarez, AR; Eguaras, MJ; Marcangeli, JA. 2010. Bioactivity of propolis from different geographical origins on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae). *Parasitology Research* 107(1):31-37. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00436-010-1829-7>.
12. Damiani, N; Maggi, MD; Gende, LB; Faverin, C; Eguaras, MJ; Marcangeli, JA. 2010. Evaluation of the toxicity of a propolis extract on *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Apicultural Research* 49(3):257-264. DOI: <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.49.3.05>.
13. Delaplane, KS; van der Steen, J; Guzman-Novoa, E. 2013. Standard methods for estimating strength parameters of *Apis mellifera* colonies. *Journal of Apicultural Research* 52(1):1–12.
14. Drescher, N; Klein, A-M; Neumann, P; Yañez, O; Leonhardt, SD. 2017. Inside Honeybee Hives: Impact of Natural Propolis on the Ectoparasitic Mite *Varroa destructor* and Viruses. *Insects* 8(1):15. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects-8010015>.
15. Espinosa-Montaña, LG; Guzmán-Novoa, E. 2007. Eficacia de dos acaricidas naturales, ácido fórmico y timol, para el control del ácaro *Varroa destructor* de las abejas (*Apis mellifera* L.) en Villa Guerrero, Estado de México, México. :11.
16. FAO. 2017. How to process raw propolis into propolis extracts (en línea, sitio web). Consultado 18 ene. 2018. Disponible en <http://teca.fao.org/es/read/8580>.
17. Felipe, M; Vandame, R. 1999. Curso de capacitación sobre control alternativo de *Varroa* en la apicultura (en línea, sitio web). Consultado 6 feb. 2019. Disponible en <https://www.apiservices.biz/es/articulos/ordenar-por-popularidad/1239-curso-de-capacitacion-sobre-control-alternativo-de-varroa-en-la-apicultura-julio-de-1999>.
18. Fokt, H; Pereira, A; Ferreira, AM; Cunha, A; Aguiar, C. 2010. How do bees prevent hive infections? The antimicrobial properties of propolis. *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology* 1:481–493.
19. GARCÍA, CAF; Alberto, C. 2009. Evaluación de tres productos naturales para el control alternativo del ácaro varroa (*Varroa destructor* Anderson & Truman) en Colmenas de Abejas (*Apis mellifera* L.) Usando Gel Como sustrato Portador (en línea). . Consultado 14 ago. 2017. Disponible en [http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/01/01\\_2500.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/01/01_2500.pdf).

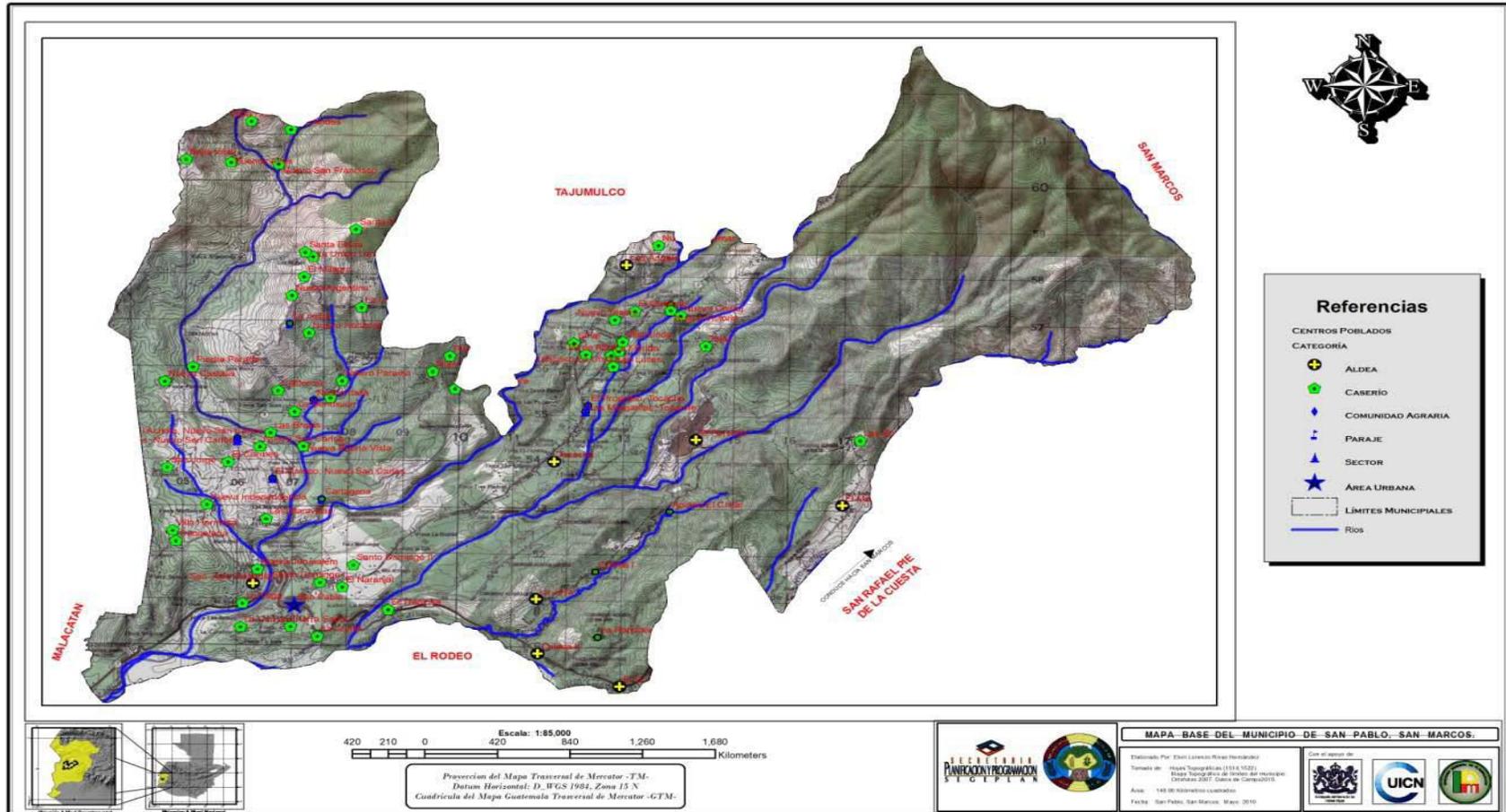
20. Garedew, A; Schmolz, E; Schricker, B; Lamprecht, I. 2002. Microcalorimetric investigation of the action of propolis on *Varroa destructor* mites. *Thermochimica Acta (Serie Developments in Calorimetry 2001)* 382(1):211-220. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0040-6031\(01\)00737-7](https://doi.org/10.1016/S0040-6031(01)00737-7).
21. González-Cabrera, J; Rodríguez-Vargas, S; Davies, TGE; Field, LM; Schmehl, D; Ellis, JD; Krieger, K; Williamson, MS. 2016. Novel Mutations in the Voltage-Gated Sodium Channel of Pyrethroid-Resistant *Varroa destructor* Populations from the Southeastern USA. *PLOS ONE* 11(5): e0155332. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155332>.
22. Herrera. 2018. Producción de miel en COPIASURO.
23. INTA. 2013. Monitoreo y control de varroasis.
24. ITIS Report. 2017. ITIS Standard Report Page: *Apis mellifera* (en línea, sitio web). Consultado 7 oct. 2017. Disponible en [https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=154396#null](https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=154396#null).
25. MAGA. 2014. Perfil comercial Miel.
26. Martha Celina González Güereca, Isaías Chaírez Hernández y Gerardo Pérez Santiago. s. f. Evaluación del humo de orégano (*Lippia graveolens* HBK) como alternativa para el control de *Varroa destructor*. 2015.
27. Mezgab, E; Hirpa, E; Begna, D; Yimer, L; Bayan, A; others. 2016. Occurrence and Distribution of *Varroa* Mite and Antivarroa Effect of Propolis in Walmara District of Oromia Special Zone Around Finfine, Ethiopia. *J Vet Sci Technol* 7(370):2.
28. Nicodemo, D [UNESP; De Jong, D; Couto, RHN [UNESP; Malheiros, B [UNESP. 2013. Honey bee lines selected for high propolis production also have superior hygienic behavior and increased honey and pollen stores. *Genetics and Molecular Research* :6931-6938. DOI: <https://doi.org/10.4238/2013.December.19.12>.
29. Obeso, JR; Herrera, JM. 2018. Polinizadores y cambio climático. *Revista Ecosistemas* 27(2):52-59-59. DOI: <https://doi.org/10.7818/re.2014.27-2.00>.
30. OMLET. 2017. La anatomía de la abeja (en línea, sitio web). Consultado 22 sep. 2017. Disponible en [https://www.omlet.es/guide/abejas/sobre\\_las\\_abejas/anatom%C3%ADa](https://www.omlet.es/guide/abejas/sobre_las_abejas/anatom%C3%ADa).
31. Ordóñez, F. 2005. Métodos de purificación del propóleo para su posterior aplicación en sanidad animal. s.l., s.e.

32. Pettis, JS. 2004. A scientific note on *Varroa destructor* resistance to coumaphos in the United States. *Apidologie* 35(1):91-92. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido:2003060>.
33. Pineda, S. 2015. Efecto de la tintura de propóleos para el control de varroasis, en el municipio de chiquimulilla, departamento de Santa Rosa..
34. Prensa Libre. 2017. Exportación de miel sube 42 por ciento (en línea, sitio web). Consultado 24 ago. 2017. Disponible en <http://www.prensalibre.com/economia/exportacion-de-miel-sube-42-por-ciento>.
35. Rodríguez García, D. 2007. Impacto social de la presencia de residuos químicos de síntesis en los productos de la colmena (en línea). REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria VIII(10). Consultado 22 ago. 2017. Disponible en <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=63612713004>.
36. Samuel Emmett McGregor. 2017. beekeeping (en línea, sitio web). Consultado 22 sep. 2017. Disponible en <https://www.britannica.com/topic/beekeeping>.
37. Schmidt, V; Neira, M; CARRILLO LL, R. 2008. Evaluación comparativa de los acaricidas Bayvarol (flumetrina) y Apilife Var (timol, eucaliptol, mentol y alcanfor) en el control del ácaro *Varroa destructor* Anderson & Trueman en época primaveral. *Agro sur* 36(1):8–14.
38. SEGEPLAN. 2010. Plan de Desarrollo San Pablo, San Marcos. Guatemala.
39. Siheri, W; Alenezi, S; Tusiimire, J; Watson, DG. 2017. The Chemical and Biological Properties of Propolis (en línea). s.l., Springer, Cham. p. 137-178 DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-59689-1\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-59689-1_7).
40. Silva, LM da; Souza, P de; Jaouni, SKA; Harakeh, S; Golbabapour, S; Andrade, D; Faloni, S. 2018. Propolis and Its Potential to Treat Gastrointestinal Disorders. Research article DOI: <https://doi.org/10.1155/2018/2035820>.
41. Simone-Finstrom, M; Borba, R; Wilson, M; Spivak, M. 2017. Propolis Counteracts Some Threats to Honey Bee Health. *Insects* 8(2):46. DOI: <https://doi.org/10.3390/insects8020046>.
42. TECA. 2017. Método para determinar niveles de varroa en terreno | TECA (en línea, sitio web). Consultado 25 sep. 2017. Disponible en <http://teca.fao.org/es/read/8663>.
43. Toreti, VC; Sato, HH; Pastore, GM; Park, YK. 2013. Recent Progress of Propolis for Its Biological and Chemical Compositions and Its Botanical Origin. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine* 2013:1-13. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/697390>.

44. Ulloa, JA; Mondragón, P; Rodríguez, R; Reséndiz, V; Rosas, P. 2010. La miel de abeja y su importancia. Revista Fuente 2(4):11–18.
45. UNAM. 2007. Diseño de Bloques al azar.
46. Vandame. 2000. Control Alternativo de Varroa en Apicultura.

# 11 ANEXOS

Figura 3. Mapa del municipio de San Pablo, del departamento de San Marcos



Fuente: IGN, INE, MAGA, DMP, UICN

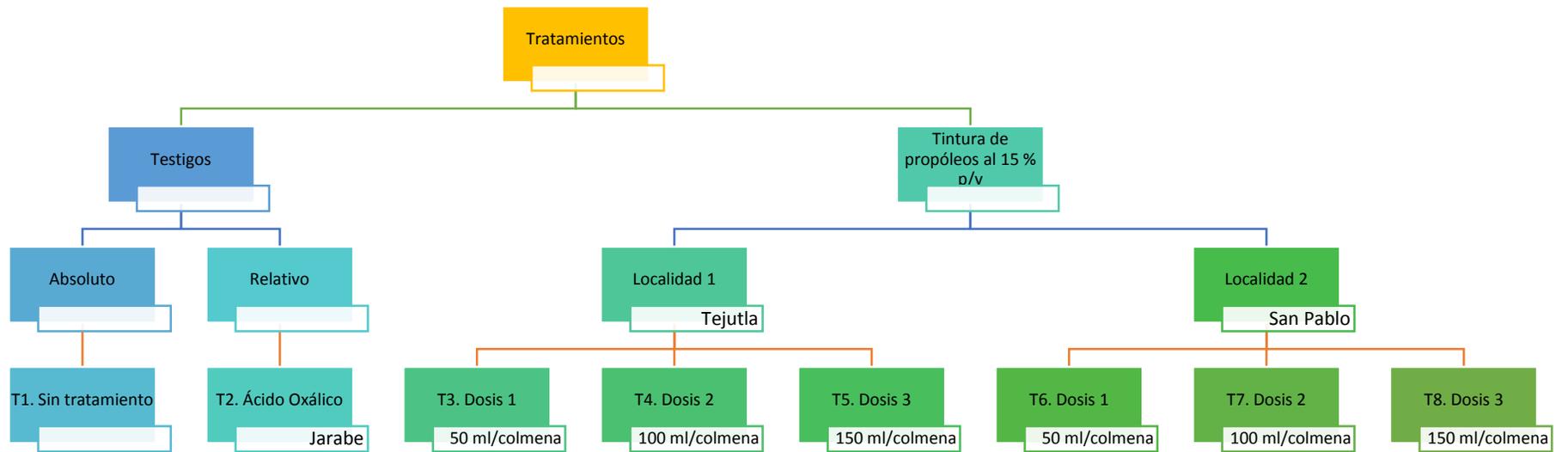


Fotografía 1. Pruebas de calibración de equipo para validar las diferentes dosis propuestas



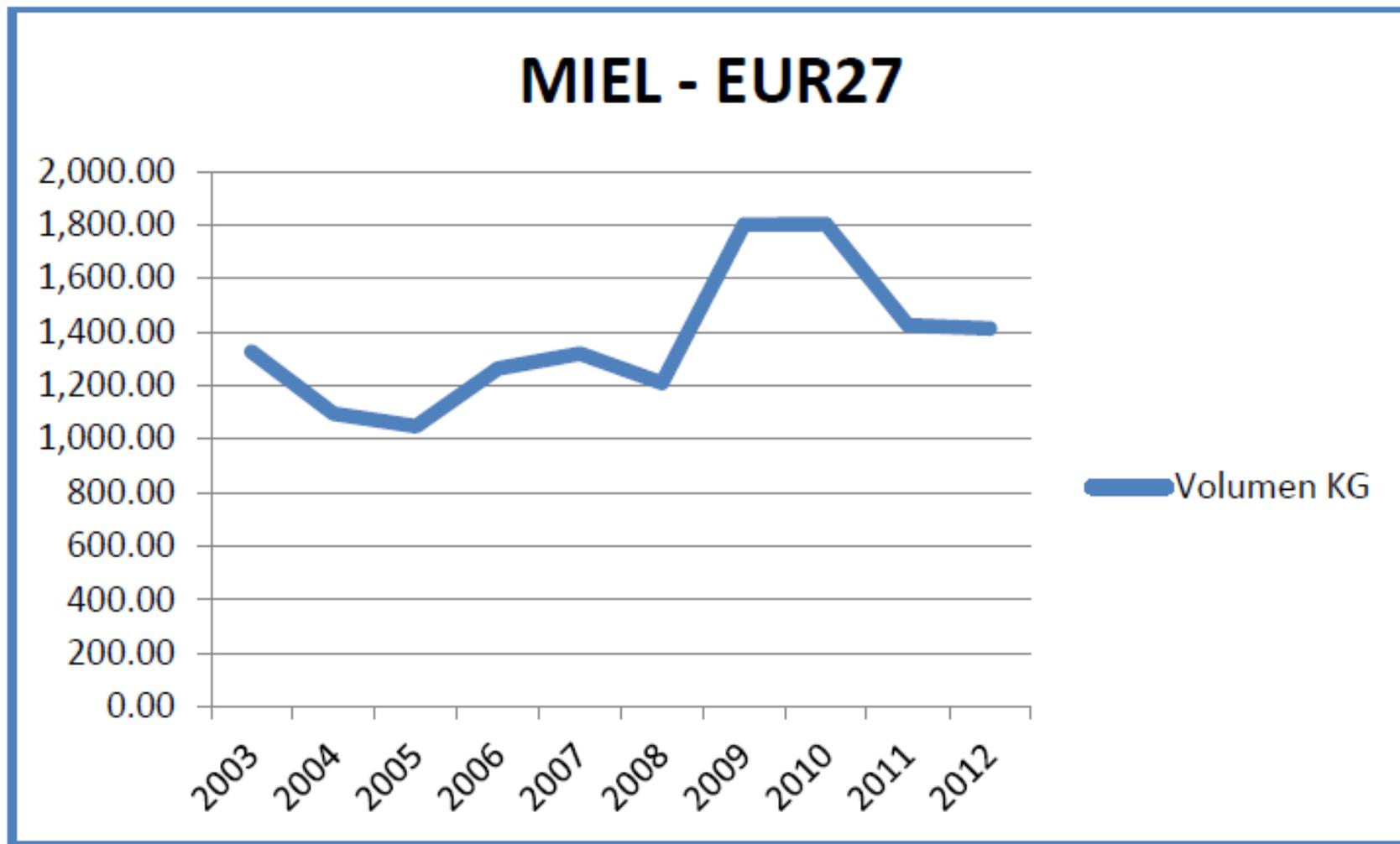
Fuente: Ing. Julio Contreras

Figura 5. Resumen y procedencia de tratamientos evaluados



Fuente: elaboración propia

Figura 6. Exportaciones de miel de Guatemala a la UE



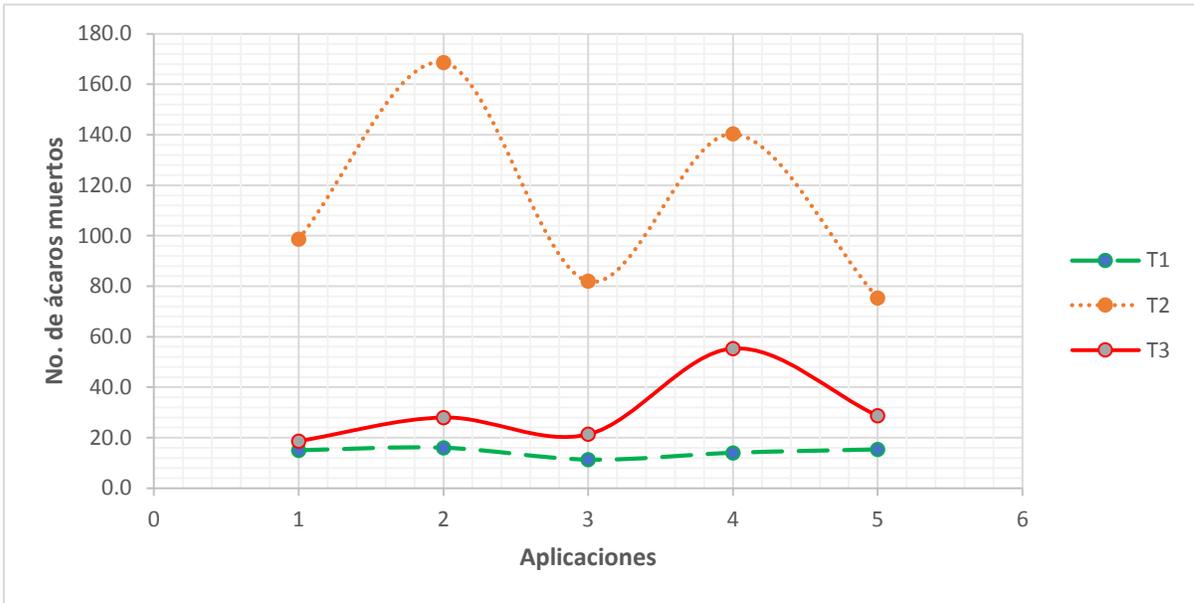
Fuente: (MAGA 2014)

**Tabla 17. Cronograma de actividades**

Cronograma de actividades	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	enero
Actividad	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
<b>Fase de laboratorio</b>						
Recolección de Propóleos de dos fuentes	x					
Preparación de tinturas de propóleos al 15%	x x x					
Prueba de toxicidad de los tratamientos						
<b>Fase de campo</b>						
Rotulado del área de ensayo y unidades experimentales						
Instalación del colmenar en el sitio de experimental						
Capacitación a jornaleros sobre la metodología						
Diagnóstico del porcentaje de infestación con el ácaro Varroa.						
Aplicación de los tratamientos						
Conteo de Ácaros caídos sobre láminas						
Conteo de Abejas caídas sobre láminas						
Diagnostico porcentaje de reducción con el ácaro Varroa.						
Diagnóstico de porcentaje de mortalidad de abejas						
<b>Fase de gabinete</b>						
Análisis de resultados						
Elaboración de informes						
Presentación de resultados						

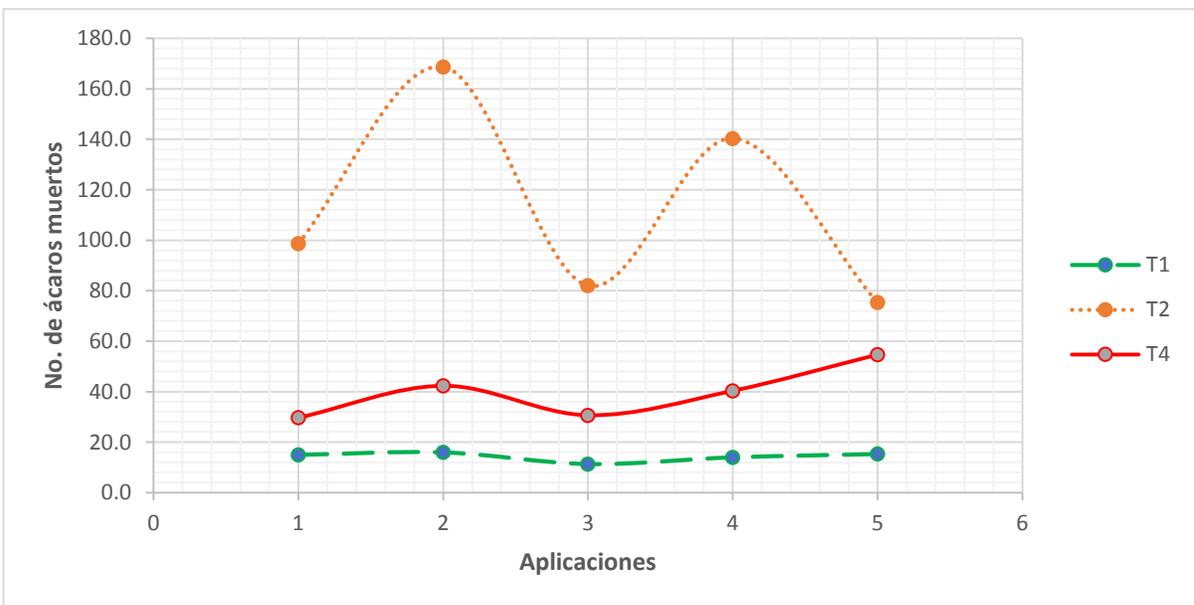
Fuente: elaboración propia

**Gráfica 7. Tratamiento 3 (50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla) vs. Testigo absoluto y relativo.**



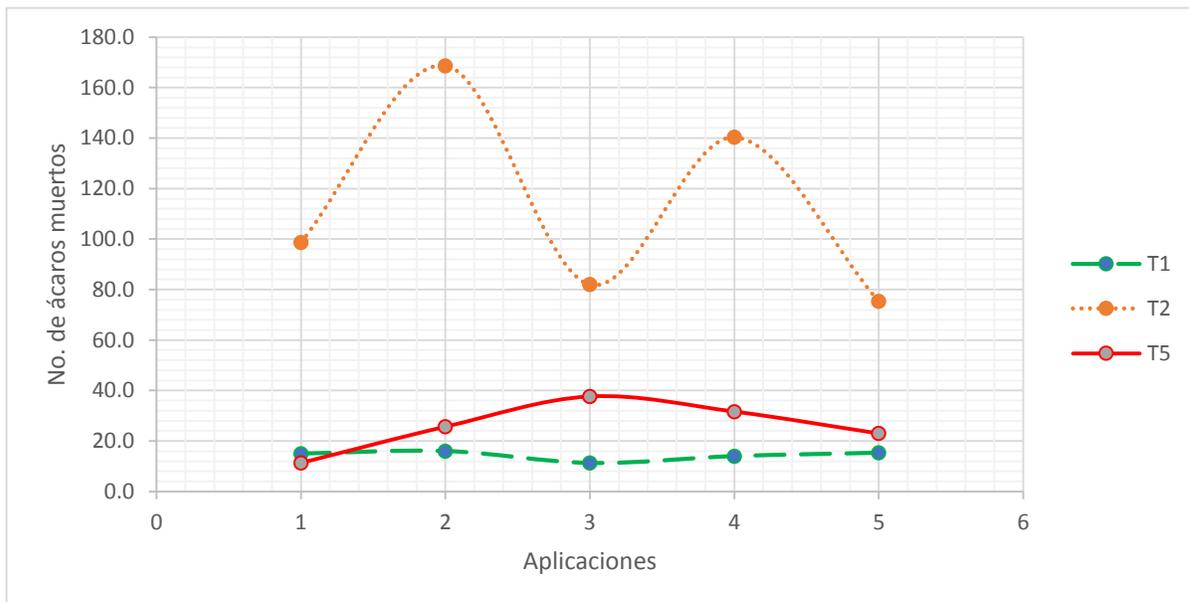
Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 8. Tratamiento 4 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla) vs. Testigo absoluto y relativo**



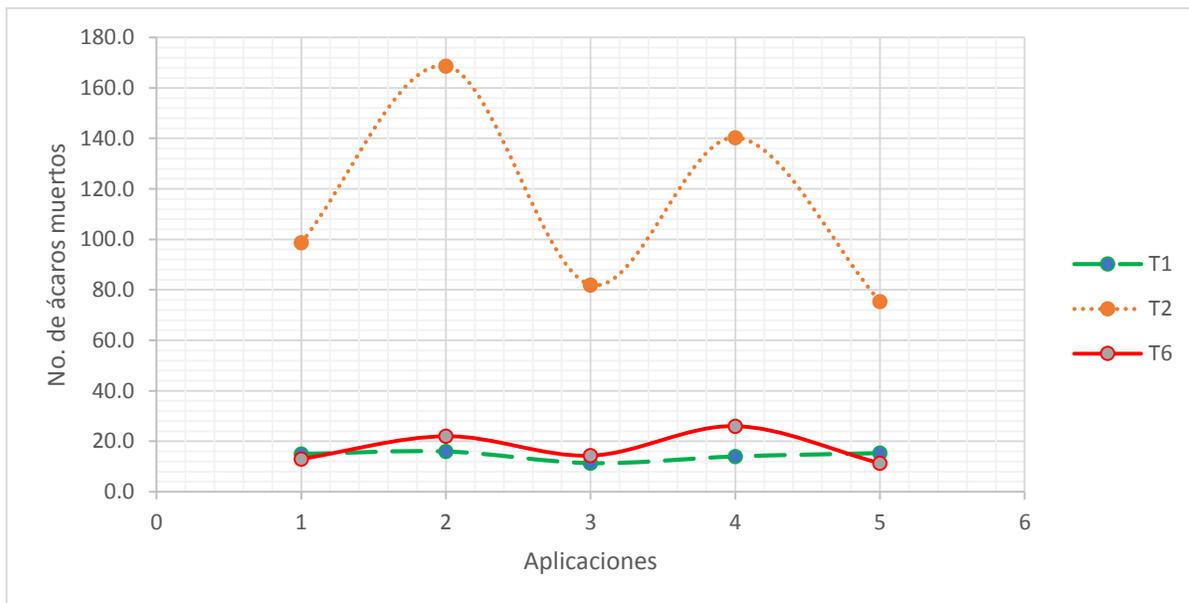
Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 9. Tratamiento 5 (150 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en Tejutla) vs. Testigo absoluto y relativo.**



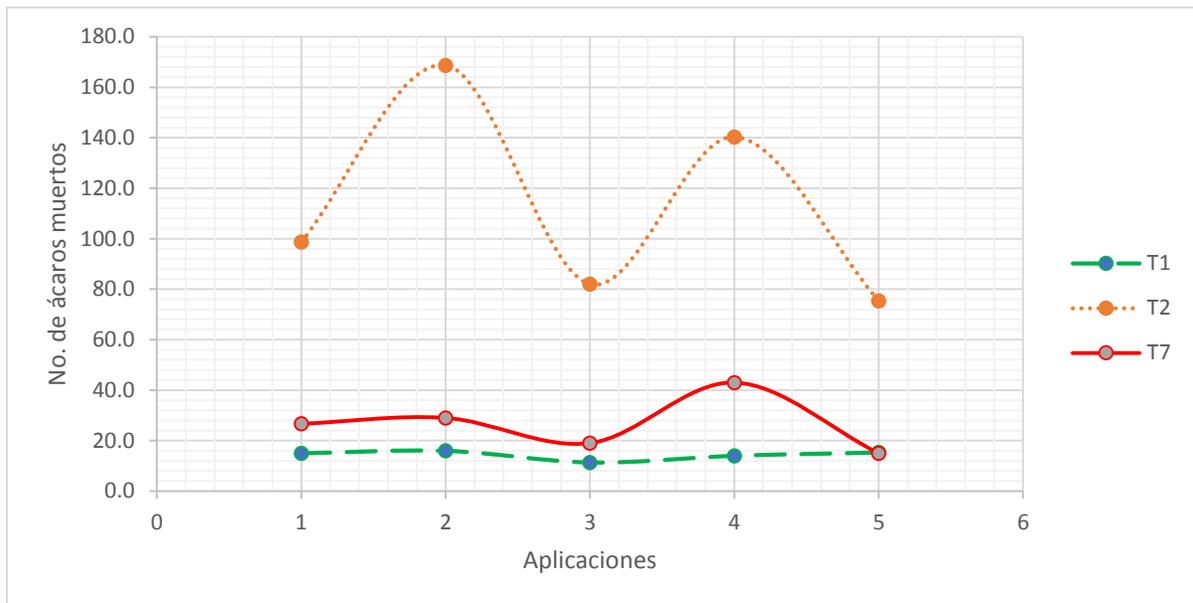
Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 10. Tratamiento 6 (50 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo) vs. Testigo absoluto y relativo.**



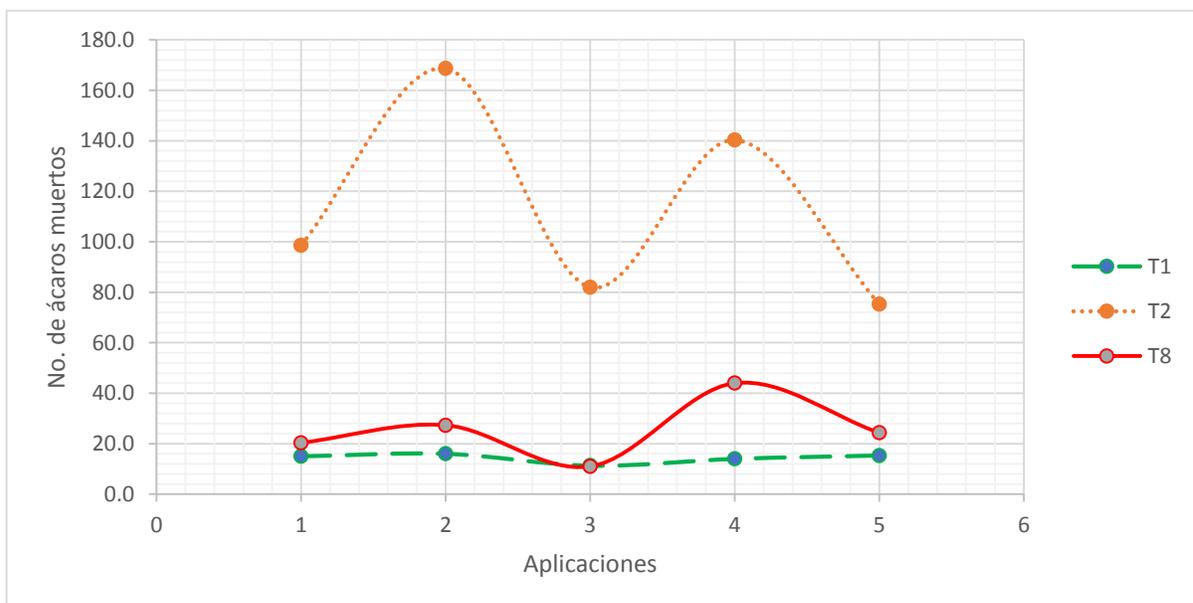
Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 11. Tratamiento 7 (100 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo) vs. Testigo absoluto y relativo.**



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Gráfica 12. Tratamiento 8 (150 ml/colmena de tintura de propóleos obtenido en San Pablo) vs. Testigo absoluto y relativo.**



Fuente: elaboración propia con datos recolectados en campo (2018)

**Fotografía 2. Rejilla para recolección de propóleos dentro de la colmena**



Fotografía tomada en campo, julio 2018

**Fotografía 3. Propóleos en bruto después de ser recolectado**



Fotografía tomada en laboratorio, julio 2018

**Fotografía 4. Vista microscópica del propóleo**



Fotografía tomada en laboratorio, julio 2018

**Fotografía 5. Pesado del propóleo triturado**



Fotografía tomada en laboratorio, julio 2018

**Fotografía 6. Decantación de la cera y obtención de tinturas (Marrón oscuro)**



Fotografía tomada en laboratorio, julio 2018

**Fotografía 7. Filtrado de las tinturas de propóleos**



Fotografía tomada en laboratorio, agosto 2018

**Fotografía 8. Medición del porcentaje de concentración de las tinturas.**



Fotografía tomada en laboratorio, agosto 2018

**Fotografía 9. Extracto blando del propóleos**



Fotografía tomada en laboratorio, agosto 2018

**Fotografía 10. Diferencia de color entre propóleos de Tejutla (Izquierda) y San Pablo**



Fotografía tomada en laboratorio, agosto 2018

**Fotografía 11. Discusión de resultados obtenidos en la preparación de las tinturas de propóleos**



Fotografía tomada en laboratorio, diciembre 2018

**Fotografía 12. Toma de muestra para análisis de porcentaje de infestación de Varroa.**



Fotografía tomada en campo, agosto 2018

**Fotografía 13. Conteo de ácaros presentes en una muestra de abejas**



Fotografía tomada en campo, diciembre 2018

**Fotografía 14. Establecimiento del experimento en campo**



Fotografía tomada en campo, octubre 2018

**Fotografía 15. Aplicación de vaselina sólida a las charolas de medición**



Fotografía tomada en campo, noviembre 2018

**Fotografía 16. Colocación de la charola en la piquera de la colmena**



Fotografía tomada en campo, noviembre 2018

**Fotografía 17. Aplicación de los tratamientos con tinturas de propóleos**



Fotografía tomada en campo, noviembre 2018

**Fotografía 18. Aplicación de ácido oxálico a las colmenas testigo relativo**



Fotografía tomada en campo, noviembre 2018

**Fotografía 19. Conteo de ácaros y abejas muertas después de aplicado los tratamientos**



Fotografía tomada en campo, julio 2018

**Fotografía 20. Ácaros muertos por la aplicación de tinturas de propóleos**



Fotografía tomada en campo, julio 2018

**Tabla 18. Límite máximo de residuo de plaguicidas permitido (LMR) en miel de abejas en la Unión Europea.**

<b>Límite Máximo de Residuo*</b>			
<b>COMPUESTO</b>	<b>mg/kg</b>	<b>COMPUESTO</b>	<b>mg/kg</b>
3-OH Carbofuran	*	Imidacloprid	0,05
3,4-	*	Indoxacarb	0,05
Acefato	0,02	Isoprocarb	*
Acetamiprid	0,05	Linuron	*
Ametrina	*	Lufenuron	0,02
Atrazina	0,05	Metalaxyl	0,05
Azinfos Metil	*	Metamidofos	*
Azosistrobina	0,05	Metomil	0,02
Befuracarb	*	Metoxyfenozida	0,05
Benalaxil	*	Mevinphos	*
Buprofezin	0,05	Monocrotofos	*
Carbaryl	0,05	Nitenpiram	*
Carbendazina	1,0	Oxamil	0,05
Carbofuran	0,05	Penconazol	0,05
Cimoxanil	0,05	Piraclostrobin	0,05
Clorfenaprid	*	Pirimetanil	0,05
Dazomet	0,05	Pirimicarb	0,05
Difenoconazol	0,05	Propamocarb	0,05
Dimetoato	*	Simazina	0,01
Dimetomorf	0,05	Tebuconazol	0,05
Dinotefuran	*	Temefos	*
Epoxiconazole	0,05	Thiametoxan	0,05
Espinosad A y D	0,05	Tiabendazol	*
Etoprofos	*	Tiacloprid	0,2
Fenexhamid	0,05	Tiodicarb	0,02
Flusilazole	0,05	Tridemoprh	0,01
Hexaconazol	*	Trifloxistribina	0,05
Imazalil	0,05		

\*No hay valor reportado

Fuente: (European Commission, 2017).