



**Universidad Nacional de Costa Rica (UNA)**

**Sistema de Estudios de Posgrado (SEPUNA)**

**Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT)**

**Maestría en Apicultura Tropical (MAT)**

**“Dinámica poblacional del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida*, en abejas africanizadas”**

**Emanuel Miranda Cubero**

**Heredia, Noviembre 2023**

**Trabajo presentado para optar por el grado de Máster en Apicultura Tropical. Cumple con los requisitos establecidos por el Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.**

**Asesor:** Ph.D. Rafael Calderón Fallas

Este trabajo se realizó bajo el auspicio del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales  
(CINAT), de la Universidad Nacional (UNA)

## Agradecimientos

1. A mi padre, cuyo apoyo inquebrantable fue un faro de inspiración a lo largo del desarrollo de la maestría. Sus palabras de aliento y su apoyo constante fueron fundamentales para superar los desafíos.
2. A mi madre, quien sembró la semilla de la apicultura en mi vida desde temprana edad. Su pasión por este campo de estudio ha sido una fuente de motivación.
3. A mi gran amiga, la Dra. Ethel Villalobos, por su apoyo continuo y los invaluable conocimientos que compartió conmigo. Nuestra colaboración en proyectos de investigación sobre el pequeño escarabajo de la colmena resultó esencial en el desarrollo de este trabajo de graduación.
4. A Misael Bentacourt y su esposa, Jeanette Alvarado, por su generosidad y apoyo en la recolección de datos. Su trato especial y dedicación permitieron avanzar en este proyecto de manera significativa.
5. A mis padrinos, Gladis y Marcos, por su apoyo incondicional durante todo este proceso de la maestría. Su apoyo ha sido un pilar fundamental en mi vida y en este proceso académico.
6. A mi familia, por su apoyo incondicional y amor constante. Siempre han sido un pilar fundamental en mi vida y en este proceso académico.
7. A todo el personal académico y administrativo del CINAT, por su contribución al compartimiento de conocimientos a lo largo de mi maestría y por proporcionar los recursos necesarios para la realización de esta investigación.
8. Al Dr. Rafael Calderón, por su inestimable asesoría y conocimientos que contribuyeron al desarrollo de este trabajo final de graduación.

9. A los profesores del curso Práctica Profesional 1 y 2, el Dr. Gabriel Zamora, Msc. Eduardo Umaña, Dr. Johan van Veen y Msc. Eduardo Herrera, por su apoyo y asesoría en la elaboración de este trabajo final de graduación.
10. A Vicerrectoría de Investigación por su apoyo en el programa de FOCAES investigación de estudiantes de posgrado. Gracias por proporcionar los recursos y oportunidades que enriquecieron esta investigación.

## Resumen

Este Trabajo Final de Graduación se centró en el estudio de la dinámica poblacional del escarabajo de la colmena (*Aethina tumida*) en colmenas de abejas africanizadas. Los cuatro objetivos principales incluyeron el monitoreo de la presencia de escarabajos adultos, la evaluación de la reproducción de estos insectos, el análisis de la relación entre la presencia del escarabajo y la salud de las colmenas, así como la influencia de factores climáticos en su densidad.

Durante el estudio, no se observó una variación significativa en la presencia de escarabajos adultos en las colmenas, lo que sugiere una dinámica poblacional influenciada por factores estacionales y la disponibilidad de recursos. Además, se confirmó la reproducción del escarabajo en las colmenas, ya que se observaron estadios larvales. Esto subraya la importancia de controlar esta plaga para prevenir daños a las colonias de abejas.

No se encontró una correlación entre la presencia del escarabajo y la salud de las colmenas, pero se subrayó la importancia de mantener en buen estado las colmenas, pues las que se encontraban en malas condiciones parecían ser más propensas a la infestación. Asimismo, los datos meteorológicos recopilados revelaron que las condiciones de temperatura y humedad que podrían afectar la densidad de escarabajos adultos en las colmenas.

En base a estos resultados, se ofrecen recomendaciones que incluyen el establecimiento de un programa de monitoreo continuo, el control estricto de la salud de las colmenas, la investigación y aplicación de métodos de control efectivos, la consideración de factores climáticos en la gestión de colmenas, la capacitación de apicultores y la promoción de la colaboración entre los actores involucrados en la apicultura.

En resumen, este estudio proporciona información valiosa para el manejo y control del escarabajo de la colmena en la apicultura, y, subraya la necesidad de continuar investigando para mejorar las estrategias de manejo y conservación.

## Tabla de contenido

<b>1. Lista de cuadros.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Lista de Figuras.....</b>	<b>1</b>
<b>3. Introducción.....</b>	<b>2</b>
<b>4. Justificación.....</b>	<b>5</b>
<b>5. Objetivos.....</b>	<b>6</b>
a. Objetivo General: .....	6
b. Objetivos Específicos: .....	6
<b>6. Pregunta de investigación.....</b>	<b>7</b>
<b>7. Hipótesis.....</b>	<b>7</b>
<b>8. Marco teórico.....</b>	<b>7</b>
1. Ecología y Biología del pequeño escarabajo de la colmena .....	7
2. Distribución en el Mundo Latinoamérica y Costa Rica.....	11
3. Impacto en la Colmena .....	13
4. Estrategias del Control .....	14
<b>9. Metodología.....</b>	<b>16</b>
1. Localización del estudio.....	16
2. Manejo del apiario.....	17
3. Identificación del pequeño escarabajo en laboratorio .....	18
4. Colecta de datos .....	19
5. Cuantificación de individuos adultos.....	19
6. Estadios larvales .....	20
7. Observaciones de salud de la colmena:.....	20
8. Estadística.....	22
<b>10. Resultados.....</b>	<b>24</b>

a. Monitoreo de la presencia de escarabajos adultos: .....	25
b. . Observación de estadios larvales: .....	27
c. Condiciones sanitarias de las colmenas .....	28
d. Relación de la presencia del pequeño escarabajo con las condiciones meteorológicas:.....	32
<i>11. Discusión: .....</i>	<i>34</i>
<i>12. Conclusiones: .....</i>	<i>40</i>
<i>13. Recomendaciones: .....</i>	<i>42</i>
<i>14. Bibliografía: .....</i>	<i>43</i>



## **1. Lista de cuadros**

Cuadro 1 Total de escarabajos colectados en el estudio	25
Cuadro 2 Escarabajo de las trampas sexados	25

## **2. Lista de Figuras**

Figura 1 Promedio de Escarabajos por Apiario.	26
Figura 2 Escarabajos capturados por colmena	27
Figura 3 Infección de Nosemosis	28
Figura 4 Niveles de infestación de Varroosis	30
Figura 5 Correlación Nosemosis y PEC	31
Figura 6 Correlación Varroosis y PEC	32
Figura 7 Temperatura promedio	33
Figura 8 Promedio de humedad relativa	34

### 3. Introducción

El Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida* Murray (1867) (PEC), es un coleóptero de la familia Nitidulidae, que actúa como una plaga de colonias de abejas melíferas, *Apis mellifera* y de otras abejas. Este insecto es originario de Sudáfrica, pero actualmente se ha expandido por todo el mundo (Neumann et al., 2008). Aunque es considerado una plaga menor de las abejas en África, ha sido reportado como un problema importante en zonas donde se ha introducido. En África, las abejas melíferas naturalmente tienen un alto comportamiento de limpieza e higiénico y rasgos bastante defensivos, lo cuál limita la reproducción del escarabajo dentro de la colmena, manteniendo la población por debajo de umbrales perjudiciales (National Bee Unit, 2017).

El escarabajo adulto tiene gran capacidad de vuelo, por lo que se considera que tiene mucho potencial para ser plaga transfronteriza y se ha convertido en un problema para muchos apicultores de diferentes países (OIE, 2013). También ha sido transportado a distintos países de manera accidental, por lo que ha logrado desplazarse a varios continentes en relativamente corto tiempo. Este escarabajo se detectó en el continente Americano en noviembre de 1996, específicamente en Los Estados Unidos, en Georgia y Carolina del Sur, de donde posteriormente se ha expandido a otros lugares (Somerville et al., 2003).

La dispersión del escarabajo a varios continentes incluyendo América (Norte, Centro y Sur), Europa, Asia (China) y Australia, sugiere no solo la facilidad con la cual se disemina esta plaga, sino también su adaptabilidad. A nivel geográfico, los reportes de su presencia aparecen de una manera discontinua, lo cual indica que la detección y los reportes a autoridades gubernamentales, son probablemente variables de un país a otro, pero también sugieren una posible dispersión antropogénica (Neumann et al., 2016). En el caso particular

de Brasil, se registraron invasiones de esta plaga en el año 2016 (Toufailia et al., 2017), lo cual ha generado una alerta en las autoridades y académicos de países vecinos como Argentina, Chile y otros que lo visualizan como una grave amenaza (Araneda et al., 2021).

Para marzo del 2014 investigadores del CINAT habían reportado la presencia de esta plaga a tan sólo 8 kilómetros de la frontera norte de Costa Rica, en San Juan del Sur de Rivas, en Nicaragua, lo que aumentaba el riesgo de la entrada de esta plaga al territorio nacional (Calderón et al., 2015).

En Costa Rica se reportó la presencia del pequeño escarabajo de la colmena en agosto de 2015, en la zona norte de Guanacaste, específicamente en el distrito de Santa Cecilia del cantón de La Cruz, en un apiario centinela instalado por el Servicio Nacional de Salud Animal de Costa Rica (Calderón et al., 2018). Se han dado también reportes aislados de especímenes del pequeño escarabajo de la colmena en el Valle central de Costa Rica, donde se reportó la presencia de un escarabajo adulto en una colonia silvestre, establecida en una casa de habitación (Calderón et al., 2019). Posteriormente con el tiempo y la trashumancia de colmenas de zonas infestadas se ha ido desplazando hacia otras zonas apícolas de Guanacaste y Pacífico central del país (Arguedas et al., 2020).

La dinámica de las poblaciones de esta plaga, puede variar considerablemente dependiendo de las condiciones climáticas y del manejo del apiario (de Guzmán et al., 2010; de Guzmán y Frake, 2007). Reportes relacionados con la dinámica poblacional o sobrevivencia del escarabajo derivan de regiones geográficas que tienen estaciones muy marcadas, especialmente zonas templadas de USA y algunas áreas de México y Australia.

De Guzmán et al. , (2010) describió la densidad del escarabajo en colmenas de abejas de tipo europeo a lo largo del año en Carolina del Sur, USA. En este trabajo se demuestra que era más factible encontrar picos de infestación de escarabajos adultos dentro de la

colmena en verano. La abundancia del pequeño escarabajo de la colmena se relacionó con la proporción de días calurosos, más no con los días lluviosos, secos, o húmedos.

Bayona et al., (2018) y Tucuch et al., (2020) describen como se ha observado mayor sobrevivencia de las pupas de escarabajos en los suelos de zonas cálidas, cuando se presentan mayores temperaturas y un aumento en el porcentaje de humedad del suelo va a tener incidencia en la sobrevivencia de las larvas, pues en suelos más húmedos se va a tener una mayor probabilidad de que se convierta en escarabajo adulto que en suelos muy secos. (De Guzman, 2007 )

Los reportes técnicos que presentan datos de densidad del escarabajo en colmenas y su impacto en la apicultura, demuestran lo difícil que es predecir el daño que esta plaga puede causar en un sitio en particular. En algunos casos, las pérdidas de colmenas y las bajas productivas previstas con la con la llegada del escarabajo no han ocurrido (Martínez-Puc et al., 2018; Medina-Flores et al., 2018). Por otro lado, en Norteamérica, Europa, Australia y Asia, se reportan grandes problemas para la apicultura, los cuales generan pérdidas considerables en abejas de origen europeo (Cuthbertson et al., 2013). Mientras que en México, se han reportado daños por contaminación de miel o es considerado una plaga que genera mayores daños en las abejas africanizadas (Ellis et al., 2003)

En la presente investigación se estudió la dinámica poblacional del Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC) en abejas africanizadas ubicadas en el cantón de Liberia-Guanacaste, mediante un monitoreo pasivo con trampas internas y mediante el monitoreo activo, realizando revisiones periódicas de las colmenas. También se evaluó la frecuencia en la cual se observaron estadios larvales, mediante un monitoreo activo, en inspecciones periódicas, reportando cualquier síntoma temprano de infestación larval, como humedad o brillo en los panales, la presencia de miel fermentada y el estadio de larva. Además, se

colectarán datos de la condición de las colmenas y las condiciones climáticas asociadas con cada visita al apiario, para evaluar su incidencia en el comportamiento de las poblaciones de esta plaga y su impacto en las abejas africanizadas. (Amos et al., 2018).

#### **4. Justificación**

La apicultura es una actividad de gran importancia a nivel mundial que ve su productividad afectada por una serie de patologías que afectan a las abejas. Como se mencionó, el pequeño escarabajo de la colmena, llegó hace poco tiempo a Costa Rica (Calderón et al., 2018), y se ha convertido en una amenaza para la apicultura nacional.

Los reportes recientes sobre este escarabajo en Costa Rica (Calderón et al., 2018; Arguedas et al., 2020), mencionan la manera en la que se ha ido dispersando esta plaga en el territorio costarricense, pero a la fecha no existe ninguna investigación que describa su dinámica poblacional en abejas africanizadas en nuestro país.

Se deben realizar investigaciones para conocer la dinámica poblacional de esta plaga en las zonas donde ya se encuentra establecida, con el objetivo de obtener información y con ello reconocer patrones de comportamiento en abejas africanizadas en condiciones tropicales.

El estudio de esta dinámica debe de realizarse de manera integral, pues en su condición de plaga, el escarabajo depende de su hospedero, la colonia de abejas. Es conveniente conocer las variables que pueden influir la dirección que toma la relación PEC y abeja, la cual puede depender en gran parte de entender la condición sanitaria de la colmena, la cantidad de abejas, los recursos alimenticios que se manejan dentro de la colmena y las condiciones climáticas a las cuales están respondiendo las abejas.

Conocer la incidencia de estos factores en la dinámica poblacional del escarabajo, va a permitir al sector apícola costarricense, generar herramientas para adaptarse a la llegada de

esta plaga y disminuir su impacto en las colmenas. Además, los datos que se obtengan con esta investigación van a ser un instrumento de consulta, para otros países latinoamericanos, y con ello disminuir el impacto que este fenómeno biológico pueda provocar. Las pocas investigaciones sobre su dinámica poblacional reportadas, se han realizado en colonias de abejas europeas, en condiciones de clima de zonas templado, por lo que se requiere tener información en nuestras condiciones tropicales.

## 5. Objetivos

### a. Objetivo General:

- Determinar la dinámica poblacional del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *A. tumida*, en abejas africanizadas en la zona de Liberia, Guanacaste.

### b. Objetivos Específicos:

- Monitorear la presencia de escarabajos adultos en colmenas de abejas africanizadas para evaluar su dinámica poblacional.
- Evaluar la frecuencia en la cual se observan estadios larvales del escarabajo en colmenas africanizadas para confirmar su reproducción.
- Analizar la condición sanitaria de las colmenas estudiadas para evaluar su relación con la presencia del pequeño escarabajo de la colmena.
- Obtener datos meteorológicos durante el estudio, para relacionar condiciones de temperatura y humedad con la densidad de escarabajos adultos.

## 6. Pregunta de investigación

¿Cómo es la dinámica poblacional del pequeño escarabajo de la colmena en abejas africanizadas en condiciones tropicales?

## 7. Hipótesis

La población del pequeño escarabajo de la colmena, *A. tumida* en colmenas de abejas africanizadas varia a través del tiempo.

## 8. Marco teórico

### 1. Ecología y Biología del pequeño escarabajo de la colmena

Las primeras investigaciones sobre la biología y ecología del pequeño escarabajo de la colmena fueron realizadas por Lundie , 1940 (Citado por Neuman et al., 2013), en lo que se consideraba a este insecto como una plaga menor sin importancia económica.

El pequeño escarabajo de la colmena es un insecto originario del África Subsahariana, fue inicialmente reportado por Murray en el año 1867. Esta especie pertenece a la familia de coleópteros conocida como Nitidulidae, la cual engloba aproximadamente 2800 especies que han sido identificadas y catalogadas en 172 géneros a nivel mundial (Habeck, 2004). Una característica distintiva de los escarabajos nitidulidos, en comparación con otros escarabajos de aspecto similar, es la presencia de cavidades procoxales transversas, metacoxas estriadas, segmentos tarsales ensanchados, tarsos cuartos de reducido tamaño y una antena con un club conformado por tres segmentos (Habeck, 2004; Neuman & Elzen, 2004.)

### Ciclo de vida

Los adultos del pequeño escarabajo de la colmena se aparean dentro de la colonia, y las hembras depositan varios huevos en grupos típicos en pequeñas grietas o dentro de celdas de cría selladas (Cuthbertson et al., 2013; Ellis, 2005). En algunas situaciones, más de 1000

escarabajos adultos pueden encontrarse en una colonia (Elzen et al., 1999). Los escarabajos adultos pueden sobrevivir hasta 12 meses (los registros indican hasta 16 meses en laboratorios; Somerville, 2003), pero las hembras mueren rápidamente cuando ponen huevos a diario (Neumann et al., 2016). Hood (2004) estima que las hembras del PEC pueden ovipositar hasta 2000 huevos a lo largo de su vida.

El éxito en la eclosión de los huevos está relacionado con la humedad relativa, siendo menor la cantidad de huevos que eclosionan a una humedad relativa inferior al 50%. Las larvas emergen de los huevos después de 1 a 6 días (la mayoría en 3 días) y se alimentan de polen, miel y cría de abejas (Lundie, 1940; Schmolke, 1974, citado por Neuman et al., 2013). Los escarabajos adultos pueden ser alimentados por las abejas obreras a través de la trofalaxis, especialmente cuando están confinados en "prisiones" guardadas por abejas (Ellis, 2005, OIE, 2013).

El desarrollo larval suele llevar alrededor de 2 semanas (de 8 a 29 días dependiendo de la disponibilidad de alimentos y la temperatura; de Guzmán y Frake, 2007; Ellis et al., 2002; Ellis, 2003) Después de esto, las larvas entran en la fase errante y abandonan la colonia para pupar en el suelo que la rodea (Ellis, 2003; ). La pupación lleva alrededor de 2 a 12 semanas dependiendo de la temperatura y la humedad del suelo ( de Guzmán y Frake, 2007; Ellis et al., 2004). Los adultos emergentes abandonan el suelo y pueden volar en busca de nuevas colonias huéspedes, completando así su ciclo de vida. En condiciones de laboratorio, el pequeño escarabajo de la colmena puede sobrevivir y reproducirse en frutas maduras o podridas (Buchholz et al., 2008).

### **Alimentación**



Buchholz et al., 2008 describe como Experimentos en laboratorio demostraron que los adultos del PEC ponen huevos en frutas y carne en descomposición, y sus larvas se alimentan de estos alimentos, incluso en presencia de productos de abejas. A pesar de su oportunismo, la reproducción del PEC en frutas en campo es limitada, y las flores no parecen servir como fuente de alimento o reproducción. Quedó en evidencia que aunque el PEC puede recurrir a alimentos alternativos en ausencia de colmenas, no está claro si esto contribuye al crecimiento de sus poblaciones, ya que no son esenciales para su supervivencia ni reproducción.

### **Comportamiento de agregación**

El comportamiento de agregación del escarabajo es descrito por Mustafa et al. (2006) (citado por Neuman et al., 2016) donde demostraron la formación de agregaciones de escarabajos en jaulas de plástico de laboratorio, y estudios de campo han revelado que la distribución de PEC entre las colonias de abejas en un apiario difiere de una distribución aleatoria (Neumann y Elzen, 2004; Spiewok et al., 2007).

Resultados obtenidos de un estudio en una colonia de *Apis mellifera scutellata* revelaron la presencia de 491 adultos de PEC, mientras que otras colonias en el mismo apiario presentaron niveles de infestación significativamente más bajos (Neumann y Elzen, 2004). En los rangos invasivos, se han registrado hasta 1071 adultos de escarabajos en colonias funcionales en, Florida (EE. UU.), y 3027 en Richmond, Nueva Gales del Sur, Australia (Neuman et al., 2016).

Es importante destacar que los fenotipos de las colonias, como el número de abejas, la cantidad de cría o reservas de alimentos, no influyen significativamente en los niveles de infestación con escarabajos adultos (Spiewok et al., 2007). Esto sugiere que existen señales que atraen a los pequeños escarabajos, distintos al tamaño de la colonia huésped y las reservas

de alimentos. Se ha documentado la existencia de feromonas de agregación en varias especies de Nitidulidae y se han utilizado ampliamente como agentes de control (Habeck, 2004). Es altamente probable que una feromona de agregación similar desempeñe un papel en la búsqueda de hospedadores a larga distancia y en la formación de agregaciones de PEC.

Observaciones que indican que los machos tienden a infestar antes que las hembras sugieren que la feromona de agregación podría ser producida por los machos, siendo atractiva para ambos sexos, aunque no se han encontrado diferencias específicas de género en la estructura cerebral de los escarabajos (Kollmann et al., 2015). Además, la proporción de sexos no difiere significativamente entre apiarios recién infestados y apiarios con infestaciones de larga data, como se informó en otro estudio (Spiewok y Neumann, 2012).

Es posible que existan efectos sinérgicos entre los olores de los alimentos y las feromonas de agregación para atraer al PEC, como se ha demostrado en otros escarabajos, como *Carpophilus lugubris* (Lin et al., 1992)(Citado por Neuman et al., 2016). Se requiere una mayor investigación para identificar y evaluar el impacto potencial de diferentes compuestos, como las feromonas de agregación, los olores de los alimentos o cualquier sinergia entre las feromonas y los olores de los alimentos en la dispersión a corta y larga distancia y en la localización de hospedadores por parte de los escarabajos.

### ***Kodamaea ohmeri***

En el contexto de las interacciones entre el pequeño escarabajo de la colmena (PEC) y su entorno, se ha descubierto una relación particularmente interesante con una levadura, denominada *K. ohmeri*. Durante la fase de reproducción larval de los escarabajos, los panales se recubren con un material viscoso que proviene tanto de la miel como de las larvas (Neuman et al., 2016). A partir de esta "baba" y los propios escarabajos adultos, los investigadores han

logrado aislar una levadura que parece funcionar como un atrayente para los adultos del PEC (Benda et al., 2008).

Esta levadura, conocida como *K. ohmeri*, produce sustancias similares a las feromonas de las abejas y se ha probado su eficacia en trampas para aumentar la atracción de los escarabajos adultos (Torto et al., 2007; Hayes et al., 2015).

Parece haber una relación más compleja entre *K. ohmeri* y el pequeño escarabajo de la colmena, que va más allá de simplemente liberar volátiles atrayentes para los escarabajos (Torto et al., 2007). Es posible que exista una relación simbiótica entre ambos, donde la contaminación de la miel con *K. ohmeri* permite que la levadura crezca al fermentar la miel, proporcionando así algo de proteína para complementar la dieta larval del PEC cuando se alimenta principalmente de miel.

Se ha constatado que el crecimiento de *K. ohmeri* se ve inhibido por ácidos orgánicos utilizados con fines de control de ácaros, como lo señala el estudio realizado por Schäfer et al. en 2009.

## **2. Distribución en el Mundo Latinoamérica y Costa Rica**

El PEC ha expandido su presencia a nivel mundial, en gran parte impulsado por el comercio global de abejas melíferas. Es importante destacar que el comercio de cera de abeja ha sido identificado como un factor clave en la propagación de esta plaga (Bulacio et al., 2023; Idrissou et al., 2019). En la actualidad, el PEC se puede encontrar prácticamente en todos los continentes (Neumann et al., 2016).

Se han reportado casos de presencia del PEC en diversos países y regiones de todo el mundo, incluyendo los Estados Unidos (Elzen et al., 1999), Italia (Granato et al., 2017),

Australia (Neuman et al., 2010) China (Liu et al., 2021) y en América Latina (Bulacio et al., 2023).

La distribución del Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC) en América ha experimentado un proceso de expansión desde su detección en el continente. En noviembre de 1996, se identificó por primera vez en el continente americano, específicamente en los Estados Unidos, en los estados de Georgia y Carolina del Sur (Somerville et al., 2003). Desde entonces, ha continuado su propagación a otras regiones. Esta dispersión del escarabajo abarca América del Norte, Centroamérica y América del Sur, además de su presencia en otros continentes, como Europa, Asia (específicamente en China) y Australia. Este patrón de distribución no solo destaca la facilidad con la que esta plaga se ha propagado a nivel global, sino también su sorprendente capacidad de adaptación a diversos entornos.

Es importante señalar que los reportes de su presencia en diferentes áreas geográficas han sido discontinuos, lo que sugiere variaciones en la detección y notificación a las autoridades gubernamentales en los distintos países. Esto también plantea la posibilidad de una dispersión antropogénica de este parásito apícola, lo que implica su desplazamiento a través de actividades humanas. Un ejemplo relevante de esta dispersión se observó en Brasil en el año 2016 (Toufaily et al., 2017). Aunque la plaga parece estar en una fase inicial de propagación en Brasil, ha generado preocupación en autoridades y expertos de países vecinos como Argentina y Chile, que consideran al PEC como una amenaza seria (Araneda et al., 2021).

En el caso específico de Costa Rica, se informó por primera vez la presencia del Pequeño Escarabajo de la Colmena en agosto de 2015, en la región norte de Guanacaste, en el distrito de Santa Cecilia del cantón de La Cruz. Este hallazgo se realizó en un apiario de monitoreo establecido por el Servicio Nacional de Salud Animal de Costa Rica (Calderón et

al., 2018). Además, investigadores del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales (CINAT) informaron en marzo de 2014 la presencia de esta plaga a tan solo 8 kilómetros de la frontera norte de Costa Rica, en San Juan del Sur de Rivas, Nicaragua. Esto aumentó significativamente el riesgo de entrada del PEC en el territorio costarricense (Calderón et al., 2015).

A lo largo del tiempo, se han registrado reportes aislados de especímenes del Pequeño Escarabajo de la Colmena en el Valle Central de Costa Rica, donde se encontró un escarabajo adulto en una colonia silvestre ubicada en una casa de habitación (Calderón et al., 2019). Posteriormente, con el movimiento de colmenas procedentes de zonas infestadas, se ha observado su desplazamiento hacia otras áreas apícolas en Guanacaste y la región central del Pacífico en el país (Arguedas et al., 2020).

Este patrón de distribución en América y, en particular, en Costa Rica, pone de manifiesto la importancia de seguir estudiando y monitoreando la propagación del Pequeño Escarabajo de la Colmena, así como la implementación de estrategias de control para mitigar su impacto en las colonias de abejas y la industria apícola en general.

### **3. Impacto en la Colmena**

Elzen et al. (1998) proporciona una descripción de la presencia del Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC) en colmenas de *Apis mellifera* en el sur de Florida en 1998. Este hallazgo fue precedido por estudios biológicos realizados por Lundie en 1940, tal como se menciona en el informe de Elzen et al. en 1998. Los resultados de Lundie indicaban que el PEC tenía una preferencia por las colmenas pequeñas o débiles, ocasionando daños de menor magnitud. Sin embargo, en Florida, se observó un impacto devastador del PEC en colmenas de abejas europeas fuertes y ya establecidas.

Este impacto se tradujo en considerables pérdidas de miel, llegando al punto en que la miel no podía ser consumida debido a la infestación del PEC. Además, el estudio identificó que las larvas de estos escarabajos se alimentaban de los huevos y las larvas de *Apis mellifera*, lo que agravaba aún más la situación de las colmenas afectadas. Estos resultados resaltan la importancia crítica de comprender y abordar la amenaza que representa el PEC para la industria apícola y la salud de las colonias de abejas.

El bajo número de larvas encontrado en las colonias y la ausencia de pérdidas económicas significativas sugieren que el potencial reproductivo del Pequeño Escarabajo de la Colmena (PEC) en colonias de abejas africanizadas en México es limitado. Varios estudios respaldan esta observación.

García et al. (2013) , señalaron que la presencia de un bajo número de larvas de PEC dentro de las colonias de abejas africanizadas en México indica que la reproducción de este escarabajo es mínima en este tipo de abejas. Además, los estudios de Medina et al. (2013) respaldan esta afirmación al no encontrar pérdidas económicas significativas asociadas al PEC en las colonias de abejas africanizadas.

Carrillo y Medina (2016) también sugieren que el impacto del PEC en las colonias de abejas africanizadas en México es limitado. Estos hallazgos indican que, a pesar de la presencia del escarabajo, las colonias de abejas africanizadas no parecen estar experimentando un impacto significativo en términos de pérdidas económicas o de población debido a este escarabajo.

#### **4. Estrategias del Control**

El control del pequeño escarabajo de las colmenas (PEC) es un desafío importante en la apicultura y requiere un enfoque integral para garantizar la eficacia y minimizar el impacto

ambiental (Ellis, 2005). Este enfoque se alinea con el concepto de Manejo Integrado de Plagas, que sugiere la utilización responsable de una variedad de métodos de control disponibles, incluyendo el control mecánico, biológico y químico (Ellis 2005).

La remoción manual de PEC de las colmenas es una opción laboriosa pero efectiva para controlar esta plaga (Ellis, 2005). Otra estrategia es la instalación de trampas específicas para PEC dentro o fuera de las colonias (Ellis, 2005). Estas trampas como la Bleetle Blaster® están diseñadas para crear un espacio donde los PEC pueden ingresar, pero que es demasiado estrecho para que las abejas pasen, y contienen agentes letales para los escarabajos, como medicamentos veterinarios, aceite, tierra de diatomeas y otros productos (Ellis y Delaplane, 2007)

Las tiras CheckMite® inicialmente desarrolladas para el control de ácaros *V. destructor*, han demostrado su toxicidad contra PEC cuando se colocan debajo de cartón corrugado o láminas de plástico en la placa inferior de las colmenas (Ellis y Delaplane 2007). Sin embargo, cuando las larvas errantes de PEC se exponen a CheckMite® durante 24 horas, todavía pueden cavar con éxito, lo que reduce su eficacia en el campo (Ellis y Delaplane 2007).

Se han desarrollado otras trampas efectivas, como las trampas refugio que utilizan cartón corrugado impregnado con fipronil (Apithor®) (Levot 2008; Levot y Somerville, 2012). Estas trampas han demostrado su capacidad para eliminar PEC adultos de las colmenas.

Sin embargo, se han evaluado productos químicos, con resultados variados. Algunos químicos, como la permetrina, se han utilizado para tratar el suelo alrededor de las colmenas y han tenido éxito en el control de larvas y pupas de PEC (Neumann y Elzen 2004). Pero este

enfoque presenta desafíos, como la posible contaminación de la miel y la resistencia que los PEC pueden desarrollar a los químicos utilizados (Hood, 2000; De Guzmán et al., 2011).

Alternativamente, se han explorado opciones como la modificación de las entradas de las colmenas (Frake et al., 2009), la aplicación de cal hidratada y tierra de diatomeas (Buchholz et al., 2008; Cribb et al., 2013), y el uso de cebo con masa de polen (Benda et al., 2008; Torto et al., 2007).

En resumen, el control del PEC involucra una variedad de enfoques y métodos, y se están desarrollando soluciones efectivas y sostenibles para la gestión de esta plaga en las colmenas. La elección de un método específico dependerá de factores como la situación ambiental y la fase del ciclo de vida del PEC que se desee abordar (Ellis, 2005; Benda et al., 2008; Levot, 2012).

## **9. Metodología**

Para cumplir con los objetivos de esta investigación y describir el posible impacto del Pequeño Escarabajo de la Colmena en abejas africanizadas en condiciones tropicales, se realizó el monitoreo de seis colmenas de un apiario representativo seleccionado para el presente estudio.

### **1. Localización del estudio**

El estudio se realizó en un apiario ubicado en la localidad de Agua Fría, distrito de Curubandé, cantón de Liberia, provincia de Guanacaste. Esta localidad se encuentra en las coordenadas 10°41'38" latitud norte y 85° 29'40" longitud oeste, tiene una altitud media de 322 msnm y presenta una época lluviosa y época seca bien definidas (INM y MAG, 2009). Los datos meteorológicos de esa zona se obtuvieron del Instituto Meteorológico Nacional.



En el área de estudio, el escarabajo está presente desde octubre de 2019 (Arguedas et al., 2020), y por lo tanto las observaciones corresponden a una población ya establecida.

## **2. Manejo del apiario**

El apiario donde se realizó este estudio cuenta con 25 colmenas, de las cuales se seleccionaron seis y se identificaron con un número. Todas las colmenas se encontraban en condición de semi sombra y tenían una reina activa al inicio del estudio.

Las colmenas que fueron utilizadas para este estudio se encontraban en cajas tecnificadas estándar tipo Langstroth. El manejo de estas colmenas estuvo a cargo del apicultor, dueño del apiario, quien realiza cambio anual de reinas entre mayo y junio. Además, aplica control del ácaro *V. destructor* al finalizar la cosecha de miel en el mes de mayo y vuelve aplicar control antes de que finalice la época lluviosa (octubre) con “Natural Var®”. Cada colmena recibió un litro jarabe de azúcar en proporción 2 a 1 una vez por semana utilizando un alimentador de piquera tipo boardman. Además, se utilizó sustituto proteico sólido “BEE-Pollinate®” cuando no había ingreso de polen a las colmenas entre agosto y octubre.

Todas las colmenas utilizadas al inicio del estudio estaban constituidas por una cámara de cría y un alza melaria. El manejo de las colmenas incluyó modificaciones al espacio disponible dependiendo de la cantidad de población de cada colmena. Las alzas melarias fueron retiradas, conforme iniciaba la época lluviosa y la colmena de manera natural reducía la cantidad de población y después de la cuarta visita todas las colmenas se encontraban sólo en la cámara de cría.

En cada colmena evaluada se colocaron dos trampas internas “Beetle Blaster®” con aceite vegetal, ubicadas en la parte superior de los marcos laterales de la última alza. En cada

visita se realizó una revisión de la condición general de la colmena, revisando la postura, marcos cubiertos por abejas y espacio vacío.

### **3. Identificación del pequeño escarabajo en laboratorio**

La confirmación e identidad taxonómica del PEC se realizó en el Laboratorio de Patología Apícola del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales. Los adultos capturados en trampas se examinaron morfológicamente para comprobar su identificación. Un total de 20 individuos capturados en trampas fueron medidos en largo y ancho en la parte ventral y dorsal del pronoto usando un caliper. También se confirmó la morfología capitada de las antenas, la vellosidad típica, y la estructura reducida de los élitros y su coloración café oscura.

En el proceso de identificación y diferenciación de las larvas del Pequeño Escarabajo de la Colmena de otras posibles larvas presentes en las colmenas, se consideraron múltiples características distintivas. Las larvas de *A. tumida*, podían asemejarse a las larvas de la polilla (*Galleria mellonella*), pero presentaban diferencias significativas que permitieron una identificación precisa. Estas diferencias se basaban en su textura y estructura física, ya que las larvas de *A. tumida* eran notoriamente más duras y resistentes en comparación con las larvas de polilla. Además, las larvas de PEC contaban con espinas dorsales y tres pares de patas ubicadas en el tercio anterior de su cuerpo, mientras que las larvas de polilla disponían de propatas a lo largo de todo su cuerpo. Otra característica distintiva era que las larvas de PEC son más pequeñas que las larvas de polilla en promedio miden de 10 a 11 mm mientras que las de la polilla 19-20 mm). Estas diferencias en la morfología facilitaron la identificación precisa de las larvas de *A. tumida* durante el proceso de recolección y análisis de datos en este estudio (Neuman et al., 2013).

#### **4. Colecta de datos**

La recolección de datos de campo se llevó a cabo durante un período de cuatro meses, con un total de ocho muestreos, realizados dos veces al mes, comenzando el 9 de mayo y concluyendo el 18 de agosto. El objetivo de la colecta de datos era realizar un conteo de adultos y la frecuencia en la que se encontraban larvas.

#### **5. Cuantificación de individuos adultos**

Se efectuó el conteo de los escarabajos adultos utilizando la siguiente metodología

1. Revisión inicial de la tapa de la colmena, y posteriormente golpeándola en una felpa de material sintético para capturar los escarabajos presentes.
2. Posteriormente se sacaron los dos marcos laterales del alza melaria, donde se revisó la presencia del escarabajo (se verificó que no esté la reina), y se sacudieron con un golpe seco encima de la felpa donde se quedaban atrapados para colectarlos.
3. Después se revisó el panal ubicado en la parte central del alza melaria, se repitió el procedimiento en la cámara de cría, revisando los panales de los costados y golpeándolos en la felpa.
4. A partir de la cuarta visita se realizó un cambio de fondos, donde se pasó de fondos pegados a la cámara de cría a tener fondos móviles lo que permitió su revisión. La revisión de los fondos se realizó una vez finalizada la revisión de la colmena levantando la cámara de cría y golpeando el fondo encima de la felpa, donde se contaron y se eliminaron los escarabajos.

Las muestras de escarabajos obtenidas en cada una de las partes descritas se fueron almacenadas e identificadas por separado para realizar un conteo posterior y obtener densidad

relativa de los PEC adultos en diferentes áreas de la colmena. Las dos trampas “Beetle Blaster®” que se colocaron en cada colmena, fueron reemplazadas en cada visita.

Todos los escarabajos capturados en cada colmena, incluyendo los de las trampas, se identificaron en el laboratorio de Patología Apícola del Centro de Investigaciones Apícolas Tropicales.

## **6. Estadios larvales**

La colecta de larvas de PEC se llevó a cabo de manera minuciosa, centrándolo en su recolección, las cuales se encontraban en estadios tempranos y estaban comenzando a infestar una de las colmenas en estudio. Estas larvas en etapas iniciales de desarrollo fueron colectadas de un panal de la cámara de cría para su posterior identificación en el Laboratorio de Patología del CINAT.

Adicionalmente, como medida preventiva y basado en conocimientos personales previos, antes de retirar el material infestado de la colmena, se implementó un paso fundamental. El material infestado se introdujo en un recipiente con agua y jabón con el propósito de evitar que las larvas de PEC completaran su ciclo de desarrollo. Esta estrategia se aplicó para prevenir una posible sobre infestación de adultos PEC en el área de estudio. La solución jabonosa utilizada sofocó y eliminó las larvas de PEC de manera efectiva, asegurando que no pudieran alcanzar el estado adulto. Este enfoque garantizó la integridad de la investigación y evitó la emergencia posterior de adultos PEC en el entorno de estudio.

## **7. Observaciones de salud de la colmena:**

La salud de la colmena, especialmente la densidad de abejas adultas, puede afectar notablemente la facilidad con que el PEC gana acceso a los recursos apícolas. Por este motivo durante el estudio se realizaron muestreos en cámara de cría y piquera para verificar la

situación sanitaria de las colmenas y medir la interacción entre Nosemosis, Varroosis y Athenosis.

Se realizaron diagnósticos de Varroosis y Nosemosis en tres momentos: al inicio del estudio, en el cuarto muestreo y al final del período de muestreo. Además, se verificó la presencia de la reina en cada colmena al observar la postura de huevos (huevos de al menos un día de edad) en los panales.

### **Nosemosis:**

Para el proceso de diagnóstico de nosemosis, se realizó la toma de muestra de abejas en piquera y en el laboratorio se empleó el enfoque propuesto por Cantwell (Fries et al., 2013; Calderón y Sánchez, 2011; Higes et al., 2008;). Se recolectaron muestras de abejas en la piquera y se llevaron al laboratorio para su análisis. Las muestras se agruparon en "pooles" que contenían 30 abdómenes de abejas recolectadas durante la investigación de campo. Estas abejas se sometieron a un proceso de secado y macerado en el laboratorio, añadiendo 1.0 ml de agua destilada por cada abdomen. La mezcla resultante se homogeneizó mediante el uso de una pipeta, agitándola constantemente durante un minuto.

Luego, se tomaron de 10 a 20 microlitros de esta suspensión y se colocaron en la cámara de Neubauer (hemocitómetro), donde se permitió que se asentaran las esporas durante 3 minutos.

El examen de las esporas se realizó primero con un aumento de 10x en el microscopio, seguido del conteo de esporas a un aumento de 40x. Las esporas se identificaron por su forma ovalada y brillo característico. Para determinar el nivel de infección, se consideraron cinco bloques del hemocitómetro, incluyendo los cuatro de las esquinas y el bloque central. El nivel de infección se calculó utilizando la fórmula:

$$\text{Nivel de infección} = \left( \frac{\text{Número total de esporas contadas}}{80} \right) \times 4,000,000$$

### **Varroosis:**

El diagnóstico de Varroosis se realizó mediante la toma de muestras de abejas nodrizas en la cámara de cría con un recipiente de boca ancha con alcohol (Calderón y Sánchez, 2011). Estas muestras se llevaron al laboratorio de Patología Apícola del CINAT. Las abejas fueron tratadas con una solución que incluyó detergente en polvo y agua para separar los ácaros de las abejas. Posteriormente, se realizó un tamizaje, utilizando dos mallas con diferentes dimensiones de orificios, para separar los ácaros del líquido jabonoso y cuantificarlos (Dietemann et al., 2013).

Para determinar el nivel de infestación en las muestras, se realizó el recuento tanto de los ácaros como de las abejas adultas. Se calculó el valor porcentual al dividir el número de ácaros entre el número de abejas adultas y multiplicarlo por 100, siguiendo la fórmula:

$$\text{Nivel de infestación} = \left( \frac{\text{Número de ácaros}}{\text{Número de abejas adultas}} \right) \times 100$$

Esta metodología permitió cuantificar la relación entre Varroosis y la población de abejas adultas en cada colmena, lo que resulta crucial para evaluar la salud de las colmenas y sus niveles de infestación por *V. destructor*.

### **8. Estadística**

Todos los análisis estadísticos realizados en esta investigación se llevaron a cabo utilizando el programa estadístico Prism. A través de Prism, se realizaron análisis de correlación, pruebas de significancia, y otros procedimientos estadísticos esenciales para comprender y cuantificar las relaciones y tendencias observadas en el estudio.

a. Densidad de escarabajos adultos

Para evaluar si existían diferencias significativas en la densidad de adultos de PEC a lo largo del estudio, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados de la prueba no revelaron diferencias estadísticamente significativas en la densidad de adultos de PEC a lo largo del período de estudio. Sin embargo, se reconoció la posibilidad de que los cambios en los procedimientos de colecta a lo largo del período puedan haber influido en estos resultados. Además, se ilustró la variabilidad en la captura de adultos de PEC entre las colmenas a lo largo del estudio. A pesar de esta variabilidad, los análisis no detectaron diferencias significativas entre las colmenas, sugiriendo que otras variables, como procedimientos de colecta y condiciones ambientales, podrían estar contribuyendo a la variabilidad observada.

a. Estadios larvales

Se utilizó estadística descriptiva en el proceso de obtención de los resultados relativos al monitoreo de estadios larvales de pequeños escarabajos de colmena. La dificultad inherente de observar las larvas motivó la necesidad de recurrir a un análisis minucioso y detallado de los datos recopilados.

b. Condiciones sanitarias de la colmena

a. Nosemosis

Para analizar estos datos relativos a Nosemosis se empleó una prueba de Kruskal-Wallis para evaluar posibles diferencias significativas entre los grupos de tratamiento en relación con la prevalencia de la nosemosis.

b. Varroosis

La evaluación de los niveles de varroosis a nivel de apiario se llevó a cabo mediante un análisis estadístico de Kruskal-Wallis para determinar la existencia de diferencias significativas. Los resultados indican que no se encontró una diferencia estadísticamente

significativa en los niveles de *V. destructor* durante el período de estudio (Kruskal-Wallis test,  $p > 0.05$ ).

c. Correlación Varroosis – Nosemosis – Pequeño Escarabajo

Para evaluar la correlación entre la incidencia de varroosis vrs el PEC y la nosemosis vrs PEC, se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson para cuantificar tanto la fuerza como la dirección de la relación entre dos variables continuas. Lo que permitió determinar si existía o no una relación lineal entre la presencia de *V. destructor* y el pequeño escarabajo de la colmena y la incidencia que podría existir entre la nosemosis y la infestación del Pequeño escarabajo de la colmena. Se calculó el coeficiente de correlación de Pearson utilizando el software estadístico Prism.

c. Condiciones meteorológicas

Para el análisis de los datos meteorológicos se utilizó la estadística descriptiva, en la temperatura revelaron fluctuaciones significativas a lo largo del período de estudio. Para evaluar la influencia de la humedad relativa en la captura de PEC y la temperatura en captura de PEC, se aplicó un análisis estadístico utilizando la prueba de Kruskal-Wallis, seguida de la prueba de Dunn para comparaciones múltiples.

## 10. Resultados

En el presente ensayo se estudió la dinámica poblacional del pequeño escarabajo de la colmena en la zona de Guanacaste. Con lo anterior se busca comprender mejor la interacción entre *A. tumida* y las abejas africanizadas, lo que permitirá tomar medidas más efectivas para su manejo y conservación.



**a. Monitoreo de la presencia de escarabajos adultos:**

En total, se capturaron 327 escarabajos adultos de *A. tumida* provenientes de seis colmenas durante un periodo de cuatro meses, de los cuales 307 individuos (93.9% ), se observaron durante las inspecciones de campo (Ver figura 1). Adicionalmente, 20 especímenes (6.1%) fueron capturados en las trampas Beetle Blaster® (ver tabla 1), los cuales fueron sexados y se logró identificar que el 60% eran machos y el 40% eran hembras (ver tabla 2) .

**Tabla 1** Total de escarabajos colectados en el estudio

Total Individuos observados	Individuos capturados en la revisión	Individuos capturados en trampas
<b>327</b>	307	20
<b>100%</b>	93.9%	6.1%

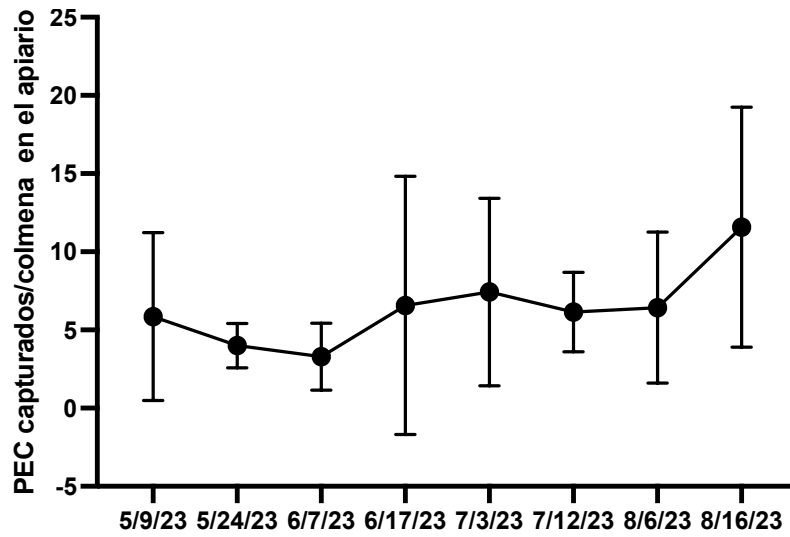
Nota. La tabla muestra el total de individuos observados en la colmena, diferenciando el porcentaje capturado por apiario y el porcentaje capturado en trampas durante las inspecciones de campo.

**Tabla 2** Total de escarabajos colectados en el estudio

Individuos capturados en trampa	20	100%
<b>Machos</b>	12	60%
<b>Hembra</b>	8	40%

Nota. La tabla muestra el total de individuos capturados en las trampas Beetle Blaster® en la colmena, diferenciando el porcentaje de hembras y machos.

**Figura 1** Promedio de Escarabajos por inspección

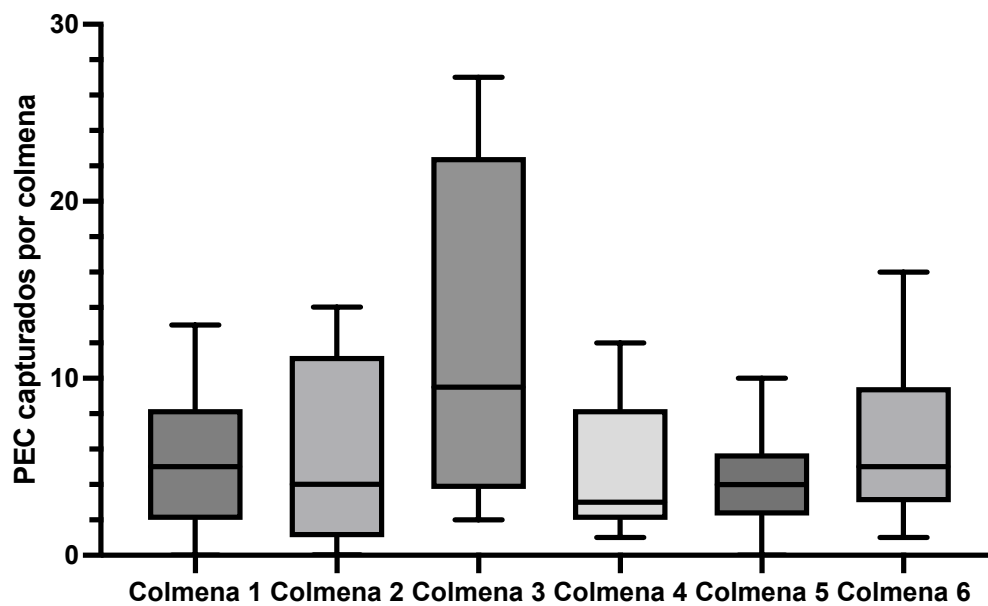


Nota. La figura muestra el promedio por inspección al apiario y la desviación estándar de la cantidad de PEC capturados durante las inspecciones de campo durante el estudio.

La variabilidad en la captura de individuos adultos durante las inspecciones por colmena se muestra en la Figura 2. Esta figura ilustra que existía variación en la densidad de escarabajos en las diferentes colmenas (n= 6).

A pesar de esta variabilidad (Fig. 2), los resultados del análisis de Kruskal-Wallis no revelaron diferencias significativas entre las colmenas ( $F=2.604$ ,  $p=0.0933$ ), a pesar de las diferencias observadas a nivel de campo entre las colmenas.

**Figura 2** Escarabajos capturados por colmena



Nota. La figura muestra la variabilidad de captura de escarabajos durante inspecciones por colmena.

**b. . Observación de estadios larvales:**

Se observaron estadios larvales en la colmena número tres el día 17 de junio de 2023.

Las principales condiciones que presentó fueron las siguientes:

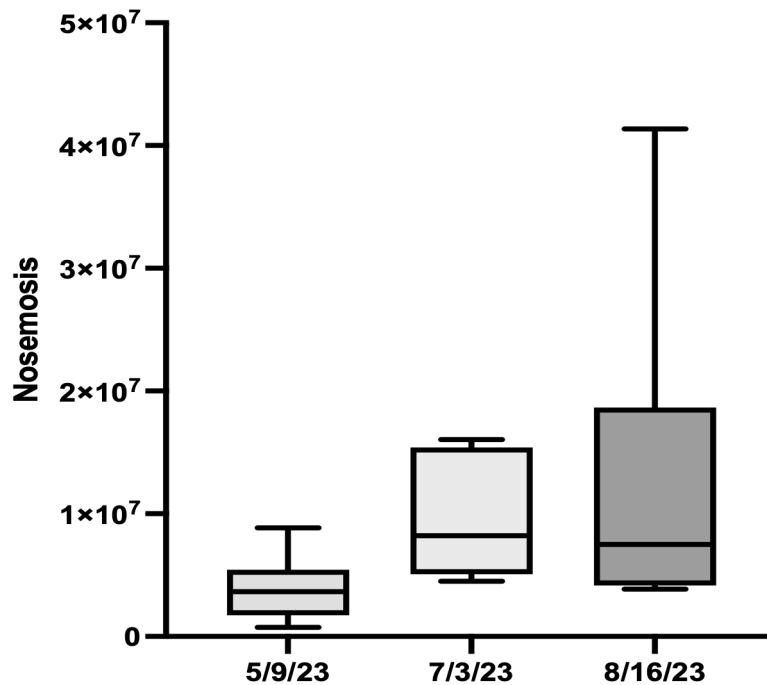
1. Ausencia de reina. No se observó cría abierta.
2. Colmena débil: baja población de abejas adultas.
3. Exceso de espacio: la colmena tenía un alza melaria vacía y tres panales desocupados de la cámara cría.

En el interior de esta colmena, se encontró un panel de la cámara de cría que estaba infestado con larvas de escarabajos en los estadios iniciales. Se procedió a la colecta de 50 de estas larvas para su análisis e identificación.

### c. Condiciones sanitarias de las colmenas

#### a. Prevalencia de nosemosis

**Figura 3** Infección de Nosemosis



Nota. La figura muestra el promedio de esporas de nosemosis por apiario por fecha de muestreo.

Durante el período del estudio se observó un aumento en los niveles de *Nosema spp.* a medida que avanzaba la temporada de lluvias.

En el análisis de los datos relacionados con la nosemosis, se empleó una prueba de Kruskal-Wallis para evaluar las posibles diferencias significativas entre los muestreos realizados (inicial, intermedio y final) (Ver figura 3). Esta prueba reveló un valor de p de 0.0454, indicando una diferencia estadísticamente significativa en al menos uno de los muestreos. Los resultados sugieren que existe una variación significativa en la prevalencia de la nosemosis a través del tiempo (n= 18). En los análisis de laboratorio realizados al final

del ensayo se determinó la presencia de niveles elevados del microsporidio, con conteos de esporas superiores a los 40 millones.

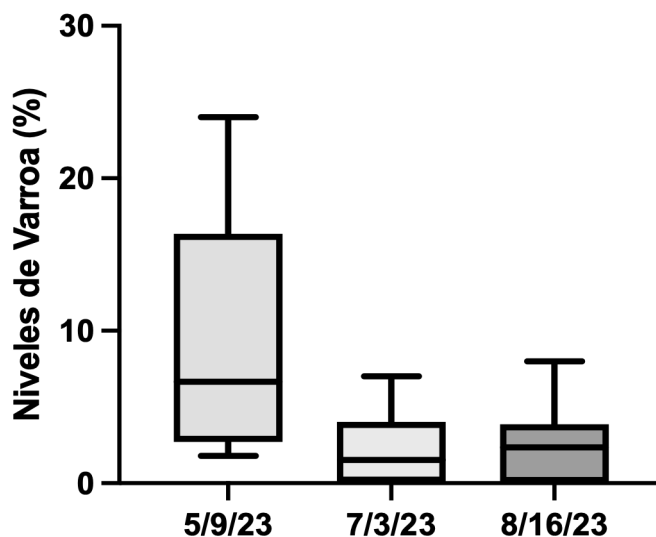
Se considera que las medianas varían significativamente ( $P < 0.05$ ), lo que confirma la presencia de diferencias significativas en la prevalencia de la nosemosis entre los grupos. El análisis se realizó en un total de 18 muestras, distribuidas en tres grupos de tratamiento. La estadística de Kruskal-Wallis arrojó un valor de 5.921, lo que respalda la significancia de las diferencias observadas.

Los resultados del análisis de la prueba de Dunn revelaron diferencias significativas en los niveles de *Nosema spp.* en diferentes meses del estudio. Específicamente, se encontró que los niveles de esporas de *Nosema spp.* en el mes de mayo eran significativamente diferentes de los niveles en el mes de julio ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas en los niveles de *Nosema spp.* entre los meses de julio y agosto ( $p > 0.05$ ).

#### b. Prevalencia de Varroosis

En cuanto a la varroosis, no se encontró una diferencia significativa a nivel de apiario en los niveles de infestación durante el período de estudio (Kruskal-Wallis test,  $p > 0.05$ )(Figura 4).

**Figura 4** Niveles de infestación de Varroosis



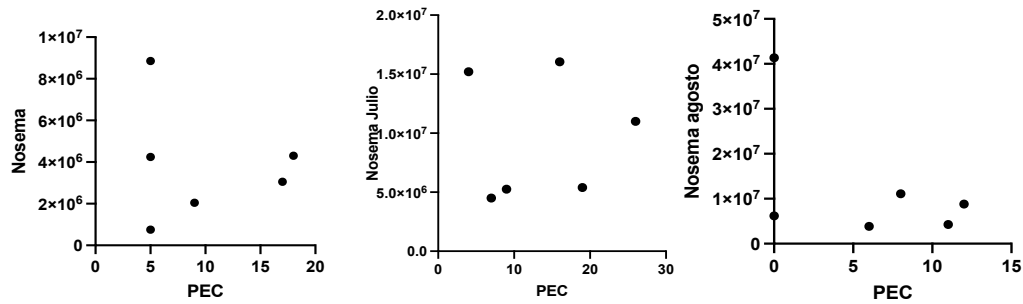
Nota. La figura muestra el promedio de infestación del ácaro *V. destructor* por apiario por fecha de muestreo.

El hecho de que no se haya observado una diferencia significativa en los niveles de *V. destructor* a nivel de apiario podría deberse a la falta de tratamiento acaricida en mayo, lo que permitió un aumento natural en los niveles de *V. destructor*. En las colmenas muestreadas se realizó la aplicación del acaricida químico orgánico de timol “Natural Var<sup>®</sup>”, que influyó en los niveles de infestación observados en los meses siguientes.

#### c. Correlación Nosemosis- PEC/ Varroosis-PEC

Se llevó a cabo un análisis de correlación de Pearson para investigar posibles relaciones entre los niveles de nosemosis y el pequeño escarabajo de la colmena durante los meses de Mayo, Julio y Agosto, que coincidieron con los periodos de muestreo para nosemosis. Los resultados revelaron que en estos meses no se encontró una correlación significativa entre Nosemosis y PEC (ver figura 5). Esto indica que, durante este período de tiempo, no se observó una relación lineal entre la presencia del pequeño escarabajo de la colmena y la incidencia de nosemosis en las poblaciones de abejas.

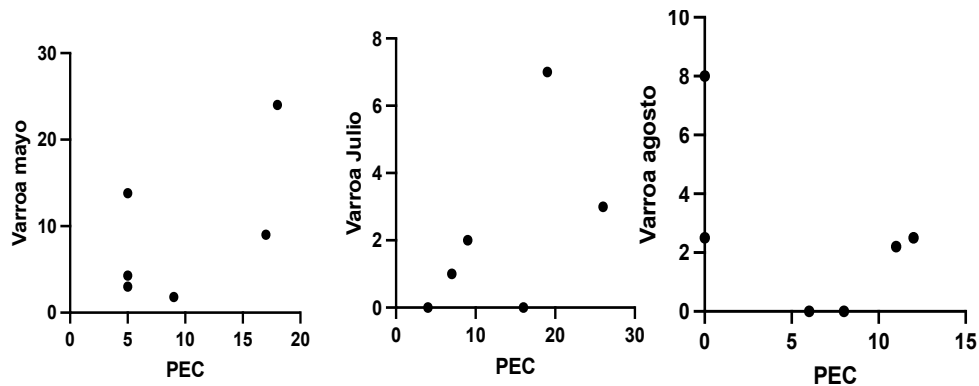
**Figura 5** Correlación Nosemosis y PEC



Nota. La figura muestra la prueba de Pearson para la correlación entre Nosemosis y el pequeño escarabajo de la

También se realizó un análisis de correlación de Pearson con el propósito de investigar posibles relaciones entre los niveles de varroosis y la presencia del pequeño escarabajo de la colmena. Este análisis se enfocó en los meses de Mayo, Julio y Agosto, que correspondieron a los períodos en los que se llevaron a cabo los muestreos para determinar el nivel de infestación de varroosis. Los resultados indican que durante estos meses no se encontró una correlación significativa entre los niveles de varroosis y la presencia del pequeño escarabajo de la colmena (ver figura 6). No se identificó una relación lineal entre la infestación de varroosis y la incidencia del pequeño escarabajo de la colmena durante este período.

**Figura 6** Correlación Varroosis y PEC



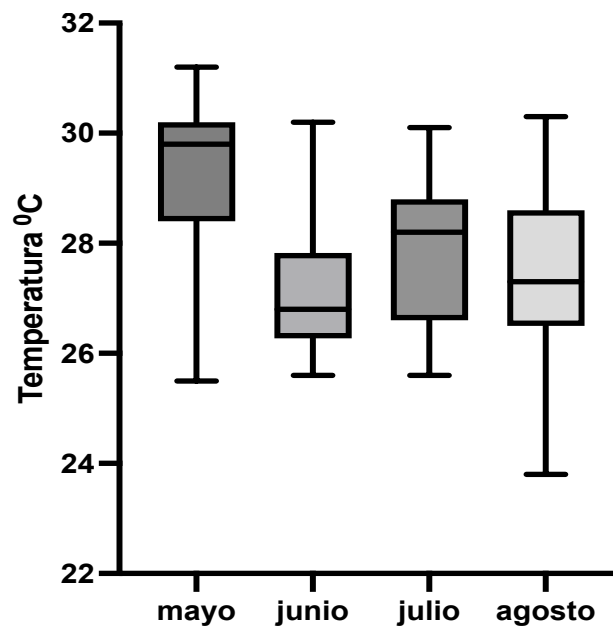
Nota. La figura muestra la prueba de Pearson para la correlación entre Varroosis y el pequeño escarabajo de la colmena en los meses de mayo, julio y agosto.

**d. Relación de la presencia del pequeño escarabajo con las condiciones meteorológicas:**

De acuerdo con los datos obtenidos del Instituto Meteorológico Nacional (IMN) en la zona de Liberia, Guanacaste, durante el periodo de estudio la temperatura diaria promedio fue de 29.1°C, con temperaturas que oscilaron entre 25.5°C y 31.2°C. Junio mostró una disminución en la temperatura promedio a 27.1°C, con un rango que varió desde 25.6°C hasta 30.2°C. En julio, la temperatura promedio se situó en 27.8°C, con mínimas de 25.6°C y máximas de 30.1°C. Agosto registró un promedio de temperatura de 27.3°C, con un rango entre 23.8°C y 30.3°C.

Se llevó a cabo un análisis de Kruskal-Wallis para evaluar la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la temperatura promedio a lo largo de los cuatro meses de estudio. Los resultados del análisis indicaron una diferencia altamente significativa (Estadística = 26.81,  $p < 0.0001$ ), lo que sugiere que al menos uno de los meses presentó una temperatura promedio diferente a los demás.



**Figura 7** Temperatura promedio

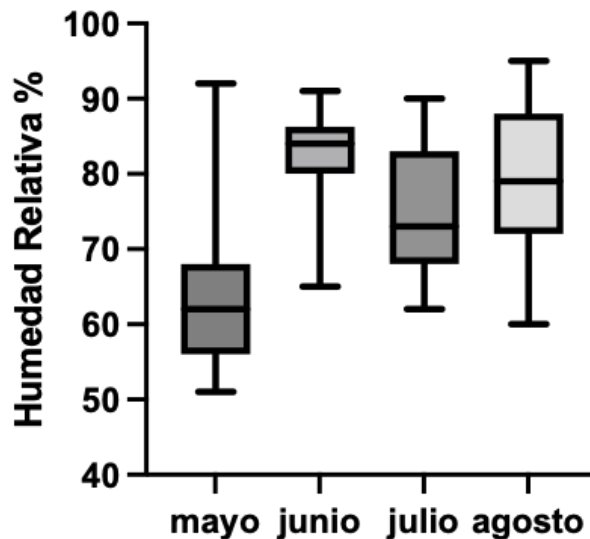
Nota. La figura muestra la temperatura promedio durante los cuatro meses del estudio.

Se realizó un análisis post-hoc utilizando la prueba de Dunn, de la cual se puede obtener que el mes de mayo destacó como el mes más cálido de toda la temporada (ver Figura 7). Esto implica que, en comparación con los otros meses, el mes de mayo experimentó temperaturas promedio significativamente más altas.

La humedad relativa diaria basada en los datos del IMN, refleja cambios significativos durante el periodo de estudio. Mayo presentó un promedio del 65.48%, con valores mínimos de 51.00% y máximos de 92.00%. Junio mostró un aumento significativo, alcanzando un promedio del 81.93%, con un rango de 65.00% a 91.00%. En julio, la humedad relativa diaria promedio fue de 74.45%, con mínimas de 62.00% y máximas de 90.00%. Por último, en agosto, se registró un promedio de humedad relativa de 79.00%, con valores que variaron entre 60.00% y 95.00

Se realizó un análisis estadístico para evaluar la influencia de la humedad relativa en la captura de escarabajos de colmena utilizando la prueba de Kruskal-Wallis, seguida de la prueba de Dunn para comparaciones múltiples (Ver figura 8). Los resultados indicaron que no existe una diferencia significativa en la captura de PEC entre los diferentes niveles de humedad relativa, con un énfasis en que la captura fue mayor durante el mes de mayo, especialmente en su primera parte, que representa la temporada seca

**Figura 8** Promedio de Humedad Relativa



Nota. La figura muestra el promedio de la humedad relativa durante los cuatro meses del estudio.

Estos datos muestran las diferencias en las condiciones climáticas a lo largo del período de estudio, con cambios significativos en la temperatura y humedad relativa entre los meses.

## 11. Discusión:

- a. Monitoreo de la presencia de adultos:

Los niveles de infestación de colmenas por el PEC, reflejados en los conteos de escarabajos adultos realizados durante el periodo de estudio, no exhibieron un patrón estacional estadísticamente significativo (Figura 1). Sin embargo, es crucial destacar que, a pesar de la falta de significancia estadística, existen aspectos técnicos de muestreo que requieren una exploración más detallada.

Uno de los factores a considerar es la posibilidad de que los procedimientos de colecta hayan influido en los resultados. A lo largo del período de estudio, se produjeron cambios en los procedimientos de colecta, lo que podría haber afectado la captura de escarabajos adultos de la colmena. Dada esta posibilidad, se recomienda realizar un análisis exhaustivo de los procedimientos de colecta y su relación con las fluctuaciones en la captura de PEC en diferentes momentos del estudio.

La cantidad de escarabajos por colmena en Liberia son relativamente bajos en comparación de otros reportados en la literatura (Medina et al., 2013; Neuman et al., 2010) por lo cual es importante establecer las áreas en que se realizara el muestreo para poder coleccionar suficientes adultos para caracterizar las colmenas. Una vez establecido el diseño de muestreo mantener el procedimiento constante a lo largo del estudio. En nuestro caso hubo cambios en parte por manejo del apicultor (relacionado con el cambio de tipo de tapa) y nuestro propio muestreo al incluir muestreos del piso de la colmena con el objetivo de capturar más individuos por colmena.

Los resultados obtenidos indican que, aunque se observa una variabilidad en la densidad de adultos capturados por colmena, esta variabilidad entre las colmenas no fue estadísticamente significativa. La variabilidad entre colmenas del mismo apiario ha sido también observada en otros estudios (Elzen et al., 1999; Cribb et al., 2013) y también existen observaciones a nivel de "paisaje" que sugieren que ciertos elementos ambientales como tipo

de suelo y cobertura de bosque pueden influir en la densidad de escarabajos (de Guzmán y Frake, 2007; de Guzmán et al., 2010; Frake et al., 2009). Sin embargo la variabilidad que se observa entre colmenas a nivel de apiario no ha sido claramente explicada. Los procedimientos de colecta o condiciones ambientales, podrían estar contribuyendo a la variabilidad observada en nuestro estudio y a pesar de la falta de diferencias estadísticamente significativas entre las colmenas, se sugiere la necesidad de investigar más a fondo los procedimientos de colecta y otros factores ambientales como periodos de sequía o lluvia que puedan estar contribuyendo a la variabilidad observada. Estas áreas de exploración podrían enriquecer la comprensión de la dinámica de las poblaciones de escarabajos adultos en las colmenas y servir de base para futuras investigaciones en este campo.

El método de muestreo utilizado en este estudio demostró ser altamente efectivo y relevante para el contexto de las abejas africanizadas en las condiciones específicas del lugar de estudio ya que adaptar el método estándar propuesto por Neuman et al. (2013) a las abejas africanizadas en las condiciones de Costa Rica resultaría desafiante, pues podría llevar a problemas como pillaje, dado el comportamiento defensivo de las colmenas africanizadas, lo que podría generar agresividad en las abejas y dificultar la realización de pruebas (Villalobos et al., 2023). Por lo tanto, el enfoque de muestreo empleado en este estudio se presenta como una alternativa práctica y efectiva, que permitió la recolección de datos valiosos sin perturbar negativamente a las colonias de abejas y sin poner en riesgo la seguridad del personal encargado del muestreo. Esta adaptación del método de muestreo es un aspecto importante a considerar y destaca la relevancia de la metodología utilizada en este estudio en el contexto de las abejas africanizadas en Costa Rica.

#### b. Estadios larvales

El monitoreo de los estadios larvales de los pequeños escarabajos de colmena en las colmenas del estudio se planteó un desafío importante, ya que las larvas son difíciles de observar (Cuthbertson et al., 2013; Ellis, 2005). A pesar de esta dificultad, se logró identificar la presencia de larvas en la colmena número 3 en el tercer muestreo. Es fundamental tener en cuenta que, en ese momento, la colmena número 3 se encontraba sin reina, una circunstancia que podría haber influido en la detección de larvas.

Esta observación es de particular relevancia, ya que proporciona información valiosa sobre la presencia de larvas de PEC en una colmena sin reina. La influencia de la ausencia de una reina en la dinámica de infestación de larvas de PEC podría ser un aspecto clave a considerar respecto al desequilibrio causado en la colmena y el aumento de la probabilidad de reproducción del escarabajo en esa colmena (Hayes et al., 2015; Neuman y Härtel, 2004). Sin embargo, es crucial destacar que estos resultados son preliminares y que se necesitarán investigaciones adicionales para comprender a fondo cómo la falta de una reina puede influir en la infestación de larvas. Asimismo, sería relevante determinar si esta observación en la colmena número 3 es representativa de una tendencia general en la población de abejas estudiada o si se trata de un evento aislado.

Estos resultados iniciales, a pesar de su limitación, pueden servir como punto de partida para futuras investigaciones sobre la dinámica de la infestación de larvas del pequeño escarabajo en colmenas. La detección de larvas en una colmena sin reina resalta la complejidad de las interacciones entre los pequeños escarabajos de colmena y las colonias de abejas, y plantea preguntas interesantes sobre cómo factores como la presencia de la reina pueden influir en esta relación. Investigaciones adicionales en esta área podrían arrojar luz sobre la biología y el comportamiento de los PEC en condiciones específicas, lo que podría ser valioso para el manejo y la protección de las poblaciones de abejas.

c. Condición sanitaria de la colmena.

Los datos obtenidos a través de este estudio exponen que existe un aumento estacional en la humedad podría estar contribuyendo a las diferencias significativas en la prevalencia de la nosemosis entre los grupos de tratamiento (Fries et al., 2013). La fluctuación en los niveles de *Nosema spp.* a lo largo de los meses puede estar relacionada con factores estacionales, como las condiciones climáticas, la disponibilidad de recursos y el ciclo de vida de las abejas (Fries et al., 2013; Higes et al., 2008).

En cuanto a varroosis los datos obtenidos exponen que al inicio del estudio las colmenas se encontraban con un alto nivel de infestación más las pruebas de correlación arrojan que no hubo una influencia directa y lineal de la varroosis en la presencia del pequeño escarabajo de la colmena. Tampoco se obtuvo una correlación con la incidencia de nosemosis y el escarabajo durante los meses del estudio. Estos resultados aportan información valiosa para comprender la dinámica de estas dos variables en el contexto de la investigación.

Resulta necesario indicar que si bien no hubo correlación entre la condición sanitaria de la colmena y la presencia de escarabajos en las colmenas del estudio, las condiciones sanitarias de una colonia pueden alterar la homeostasis (Ellis, 2003), lo que puede tener un impacto significativo en la susceptibilidad de la colonia a agentes patógenos presentes en el entorno. Este desequilibrio puede exponer más fácilmente a la colmena a enfermedades y patógenos, ya que la estabilidad de la población de abejas y la respuesta inmunológica pueden verse afectadas.

d. Datos meteorológicos

Las variaciones climáticas pueden tener un impacto importante en la densidad poblacional del escarabajo y su estrecha relación entre las condiciones meteorológicas como

la temperatura y la humedad con el ciclo de vida del PEC y las abejas (de Guzmán y Frake, 2007; Ellis et al., 2002; Ellis, 2003).

Es en la fase de pupación donde las condiciones meteorológicas desempeñan un papel esencial. De acuerdo con estudios anteriores (de Guzmán y Frake, 2007; Ellis et al., 2004), la pupación del Pequeño Escarabajo de la Colmena puede durar de 2 a 12 semanas, y esta variabilidad en el tiempo se relaciona directamente con la temperatura y la humedad del suelo circundante. Las temperaturas más altas y la humedad adecuada pueden acelerar el proceso de pupación, mientras que condiciones menos favorables pueden prolongarlo. Esta relación entre el ciclo de pupación y las condiciones meteorológicas es crucial para comprender la densidad poblacional de *Aethina tumida*.

Sin embargo, al analizar la correlación entre la humedad relativa y la cantidad total de PEC capturados a lo largo del período de muestreo, no se observó una relación significativa. Esto podría deberse a la introducción de más lugares de muestreo dentro de las colmenas y al hecho de que la frecuencia de muestreo fue limitada, lo que podría haber complicado el análisis.

Se sugiere que, si bien el mes de mayo, en particular su primera parte, podría sugerir que las condiciones climáticas en la temporada seca podrían ser un factor importante que influye en la captura de PEC, el período de muestreo se caracteriza por una transición en las condiciones climáticas. Esta transición puede haber resultado en la falta de suficiente contraste para establecer una correlación sólida.

Es importante destacar que otros factores, como la disponibilidad de recursos alimenticios, la densidad de las colonias de abejas y los procedimientos de manejo de las colmenas, pueden estar contribuyendo en mayor medida a la infestación de PEC en este contexto. Estos resultados proporcionan información valiosa para futuras investigaciones y

la comprensión más completa de los factores que afectan la infestación de PEC en las colmenas.

## **12. Conclusiones:**

1. Monitorear la presencia de escarabajos adultos en colmenas de abejas africanizadas para evaluar su dinámica poblacional: Durante el estudio, no se pudo observar una variación significativa en la presencia de escarabajos adultos en las colmenas, lo que sugiere una dinámica poblacional que puede estar influenciada por diversos factores, como la estación del año y la disponibilidad de recursos.

2. Evaluar la frecuencia en la cual se observan estadios larvales del escarabajo en colmenas africanizadas para confirmar su reproducción: Se confirmó la reproducción del pequeño escarabajo de la colmena en las colmenas de abejas africanizadas, ya que se observaron estadios larvales en varias de las colmenas estudiadas. Esto indica la importancia de controlar esta plaga para prevenir daños a las colonias de abejas.

3. Analizar la condición sanitaria de las colmenas estudiadas para evaluar su relación con la presencia del pequeño escarabajo de la colmena: Si bien es cierto, no se encontró una correlación entre la presencia del escarabajo y la condición sanitaria de las colmenas. Las colmenas en peor estado de salud están más propensas a la infestación por el escarabajo, lo que destaca la necesidad de mantener las colmenas en óptimas condiciones para prevenir problemas de salud en las abejas.

4. Obtener datos meteorológicos durante el estudio, para relacionar condiciones de temperatura y humedad con la densidad de escarabajos adultos: Los datos meteorológicos recopilados no revelaron que las condiciones de temperatura y humedad



influyeran en la densidad de escarabajos adultos en las colmenas del estudio en condiciones tropicales.

5. En respuesta a la hipótesis inicial que planteaba si la población del pequeño escarabajo de la colmena, *Aethina tumida*, variaba a lo largo del tiempo en colmenas de abejas africanizadas, los resultados de este estudio indican que, durante el período de investigación, no se encontró una diferencia significativa en la cantidad de adultos de *A. tumida* presentes en las colmenas. A pesar de la ausencia de cambios notables en la población de este insecto durante el tiempo de estudio, este trabajo ha contribuido a entendimiento de la dinámica de las poblaciones de pequeños escarabajos en colmenas y cómo pueden verse afectadas por diferentes factores.

### **13.Recomendaciones:**

1. **Implementar un monitoreo regular:** Se recomienda establecer un programa de monitoreo continuo de la presencia de escarabajos adultos en colmenas de abejas africanizadas. Esto permitirá una detección temprana de infestaciones y la toma de medidas oportunas para su control.

2. **Control de la salud de las colmenas:** Es esencial mantener un estricto control sobre la salud de las colmenas. Esto incluye la prevención de enfermedades, la vigilancia de la población de abejas y la eliminación de colmenas débiles o enfermas. Colmenas fuertes y saludables son menos propensas a la infestación por el escarabajo de la colmena.

3. **Aplicación de métodos de control:** Se deben investigar y aplicar métodos de control efectivos y respetuosos con el medio ambiente para el manejo del escarabajo de la colmena. Esto puede incluir la utilización de trampas, el uso de aceites esenciales naturales o productos específicos para el control de plagas apícolas.

4. **Considerar factores climáticos:** Aunque no se ha observado una correlación entre las condiciones meteorológicas y la densidad de escarabajos adultos, es importante que los apicultores tengan en cuenta estas condiciones al planificar sus actividades. Esto podría incluir la protección de las colmenas durante periodos de alta humedad o el control de la ventilación de las colmenas en función de la temperatura.

5. **Dinámica poblacional.** A pesar de proporcionar datos valiosos sobre la densidad de adultos de PEC en las colmenas, este estudio no abordó por completo los aspectos de la dinámica poblacional a largo plazo, la cuantificación precisa de la población o la identificación de factores que influyen en la población de PEC. Estas limitaciones destacan la necesidad de futuras investigaciones que aborden estos aspectos

y brinden una comprensión más completa de la dinámica poblacional de los escarabajos de la colmena en las abejas africanizadas en la zona de Liberia, Guanacaste

#### 14. Bibliografía:

- Amos, B. A., Leemon, D. L., Hayes, R. A., Cribb, B. W., y Furlong, M. J. (2018). Associations between the small hive beetle and the yeast *Kodamaea ohmeri* throughout the host life cycle. *Journal of economic entomology*, 111(4), 1501-1508.  
<https://doi.org/10.1093/jee/toy121>
- Araneda, X., Aldea, P. y Freire, X. (2021). Small hive beetle (*Aethina tumida* Murray), a potential threat to beekeeping in Chile. *Chilean Journal of Agricultural y Animal Sciences*, 37(1), 3-10.  
<https://doi.org/10.29393/CHJAAS37-1SHXA30001>
- Arguedas, M., Soto, J., Ramírez, M. y Calderón, R. (2020). Distribución del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida*, en abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en diferentes zonas apícolas de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias*, 38(2), 13-29.  
<https://doi.org/10.15359/rcv.38-2.2>
- Bayona, A., Valdovinos, C., Dorantes, J. y Saldaña, L. (2018). Potenciales de aptitud del territorio y riesgo mayor de reproducción del Pequeño Escarabajo de la Colmena, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae) en México. *Realidad, Ratos y Espacio Revista Internacional de Estadística y Geografía*, 9(2), 4-13.  
[http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/sitios/rdebeta/rde\\_26/RDE25.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/sitios/rdebeta/rde_26/RDE25.pdf)
- Benda, N. D., Boucias, D., Torto, B., y Teal, P. (2008). Detection and characterization of *Kodamaea ohmeri* associated with small hive beetle *Aethina tumida* infesting honey

- bee hives. *Journal of Apicultural Research*, 47(3), 194-201.  
<https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101459>
- Buchholz, S., Schäfer, M. O., Spiewok, S., Pettis, J. S., Duncan, M., Ritter, W., ... y Neumann, P. (2008). Alternative food sources of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *Journal of apicultural research*, 47(3), 202-209.  
<https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101460>
- Bulacio Cagnolo, N., Aldea-Sánchez, P., Branchiccela, B., Calderón-Fallas, R. A., Medina-Medina, L. A., Palacio, M. A., ... y Antúnez, K. (2023). Current status of the small hive beetle *Aethina tumida* in Latin America. *Apidologie*, 54(2), 23.  
[http:// DOI: 10.1007/s13592-023-00995-0](http://DOI:10.1007/s13592-023-00995-0)
- Calderón, R A. y Sánchez, L A. (2011). Diagnóstico de enfermedades en colmenas de abejas africanizadas en Costa Rica: prevalencia y distribución de setiembre a noviembre del 2007. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 49-60.  
[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0377-94242011000200004&lng=en&tlng=es.ç](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242011000200004&lng=en&tlng=es.ç)
- Calderón, R., Ramírez, M., Ramírez, F. y Villagra, W. (2015). Primer reporte de la presencia del pequeño escarabajo de la colmena *Aethina tumida*, en colmenas de abejas africanizadas en Nicaragua. *Ciencias Veterinarias*, 32(1), 29–33.  
<https://DOI:10.1080/0005772X.2019.1579294>
- Calderón, R. y Ramírez, M. (2018). Situación del pequeño escarabajo, *Aethina tumida*, en colmenas de abejas africanizadas (*Apis mellifera*) en Costa Rica: Muestreo de apiarios 2014-2017. *Ciencias Veterinarias*, 36(1), 19–26. <http://dx.doi.org/10.15359/rev.36-1.2>

- Calderón, R. A. y Ramírez, M. (2019). New Record of the Small Hive Beetle, *Aethina tumida*, in Africanized Honey Bee Colonies in Costa Rica. *Bee World*, 96(3), 87-89.  
<https://DOI:10.1080/0005772X.2019.1579294>
- Carrillo Rodríguez A, Medina Medina LA (2016) Measures for the control of the Small Hive Beetle *Aethina tumida* M. in honey bee colonies *Apis mellifera* in Yucatán. 23° Congreso Internacional de Actualización Apícola. 105–108 p  
[https://www.researchgate.net/publication/336107219\\_Measures\\_for\\_the\\_control\\_of\\_the\\_Small\\_Hive\\_Beetle\\_Aethina\\_tumida\\_M\\_in\\_honey\\_bee\\_colonies\\_Apis\\_mellifera\\_in\\_Yucatan\\_IN\\_SPANISH](https://www.researchgate.net/publication/336107219_Measures_for_the_control_of_the_Small_Hive_Beetle_Aethina_tumida_M_in_honey_bee_colonies_Apis_mellifera_in_Yucatan_IN_SPANISH)
- Chauzat, M. P., Laurent, M., Brown, M., Kryger, P., Mutinelli, F., Roelandt, S., ... y Hendrikx, P. (2015). Guidelines for the surveillance of the small hive beetle (*Aethina tumida*) infestation, European Union Reference Laboratory for honeybee health, Anses.
- Cribb, B. W., Rice, S. J., y Leemon, D. M. (2013). Aiming for the management of the small hive beetle, *Aethina tumida*, using relative humidity and diatomaceous earth. *Apidologie*, 44, 241-253.  
<https://doi.org/10.1007/s13592-012-0173-6>
- Cuthbertson, A., Wakefield, M., Powell, M., Marris, G., Anderson, H., Budge, G., Mathers, J., Blackburn, L. y Brown, M. (2013). The small hive beetle *Aethina tumida*: A review of its biology and control measures. *Current Zoology*, 59(5), 644–653.  
<https://doi.org.una.idm.oclc.org/10.1093/czoolo/59.5.644>.
- Delaplane, K. S., Ellis, J. D., y Hood, W. M. (2010). A test for interactions between Varroa destructor (Acari: Varroidae) and *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in

- colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 103(5), 711-715. <https://doi.org/10.1603/AN09169>
- de Guzmán, L., Frake, A. y Rinderer, T. (2010). Seasonal population dynamics of small hive beetles, *Aethina tumida* Murray, in the south-eastern USA. *Journal of Apicultural Research*, 49(2), 186-191.  
<https://DOI:10.3896/IBRA.1.49.2.07>
- de Guzman, L. I., y Frake, A. M. (2007). Temperature affects *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) development. *Journal of Apicultural Research*, 46(2), 88-93.  
<https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101373>
- Dietemann, V., Nazzi, F., Martin, S., Anderson, D., Locke, B., Delaplane, K., Wauquiez, Q., Tannahill, C., Frey, E., Ziegelmann, B., Rosenkranz, P. y Ellis, J. (2013). Standard methods for varroa research, *Journal of Apicultural Research*, 52(1), 1-54,  
[DOI:](#)
- Eischen, F., Baxter, J., Elzen, P., Westervelt, D. y Wilson, W. (1998). Is the Small Hive Beetle a Serious Pest of U.S. Honey Bee?. *American Bee Journal*, (138), 882-883.  
<https://americanbeejournal.com/the-small-hive-beetle-is-in-europe-to-stay/>
- Ellis, J. D., y Delaplane, K. S. (2007). The effects of three acaricides on the developmental biology of small hive beetles (*Aethina tumida*). *Journal of Apicultural Research*, 46(4), 256-259. <https://doi.org/10.1080/00218839.2007.11101404>
- Ellis, J. D. (2005). Reviewing the confinement of small hive beetles (*Aethina tumida*) by western honey bees (*Apis mellifera*). *Bee world*, 86(3), 56-62.  
<https://doi.org/10.1080/0005772X.2005.11417312>
- ELLIS, J. D., DELAPLANE, K., y HOOD, W. M.(2004). Small Hive Beetle (*Aethina tumida* Murray) Weight, Gross Biometry, and Sex Proportion at Three Locations in.

[https://www.researchgate.net/profile/Keith-Delaplane/publication/290570942\\_Small\\_hive\\_beetle\\_Aethina\\_tumida\\_Murray\\_weight\\_gross\\_biometry\\_and\\_sex\\_proportion\\_at\\_three\\_locations\\_in\\_the\\_southeastern\\_United\\_States/links/588a175145851594678d50f9/Small-hive-beetle-Aethina-tumida-Murray-weight-gross-biometry-and-sex-proportion-at-three-locations-in-the-southeastern-United-States.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Keith-Delaplane/publication/290570942_Small_hive_beetle_Aethina_tumida_Murray_weight_gross_biometry_and_sex_proportion_at_three_locations_in_the_southeastern_United_States/links/588a175145851594678d50f9/Small-hive-beetle-Aethina-tumida-Murray-weight-gross-biometry-and-sex-proportion-at-three-locations-in-the-southeastern-United-States.pdf)

Ellis, J. D., Hepburn, R., Delaplane, K. S., Neumann, P., y Elzen, P. J. (2003). The effects of adult small hive beetles, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae), on nests and flight activity of Cape and European honey bees (*Apis mellifera*). *Apidologie*, 34(4), 399-408.

<https://doi.org/10.1051/apido:2003038>

Ellis, J. D. (2003). The ecology and control of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray). *Insectes Sociaux*, 50, 286-291.

<https://core.ac.uk/download/pdf/145046983.pdf>

Ellis, J. D., Delaplane, K. S., Hepburn, R., y Elzen, P. J. (2002). Controlling small hive beetles (*Aethina tumida* Murray) in honey bee (*Apis mellifera*) colonies using a modified hive entrance. *American Bee Journal*, 142(4), 288-290.

Elzen, P. J., Baxter, J. R., Westervelt, D., Randall, C., Delaplane, K. S., Cutts, L., y Wilson, W. T. (1999). Field control and biology studies of a new pest species, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae), attacking European honey bees in the Western Hemisphere. *Apidologie*, 30(5), 361-366.

<https://doi.org/10.1051/apido:19990501>

Frake, A. M., De Guzman, L. I., y Rinderer, T. E. (2009). Comparative resistance of Russian and Italian honey bees (Hymenoptera: Apidae) to small hive beetles (Coleoptera:

- Nitidulidae). *Journal of economic entomology*, 102(1), 13-19.  
<https://doi.org/10.1603/029.102.0103>
- Fries, I., Martin, R., Meana, A., García-Palencia, P., y Higes, M. (2006). Natural infections of *Nosema ceranae* in European honey bees. *Journal of Apicultural Research*, 45(4), 230-233. <https://doi.org/10.1080/00218839.2006.11101355>
- García-Martínez O, Saldaña-Ortiz T, Hernández-Lopez AM, Santana García P, Hernández-Torres A (2013) Comportamiento del pequeño escarabajo de las colmenas *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) en el noreste de México. Memorias 21<sup>a</sup> Reunión Anual CONASA, 6-8 noviembre, Monterrey, N.L., México, 6 pp
- Giangaspero, M. y Turno, P. (2015). *Aethina tumida*, an Exotic Parasite of Bees. *Clinical Microbiology*, 4(e128), 1-7.  
<https://doi:10.4172/2327-5073.1000e128>
- Granato, A., Zecchin, B., Baratto, C., Duquesne, V., Negrisol, E., Chauzat, M. P., ... y Mutinelli, F. (2017). Introduction of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in the regions of Calabria and Sicily (southern Italy). *Apidologie*, 48, 194-203.  
<https://doi.org/10.1007/s13592-016-0465-3>
- Habeck, D. (2004). Sap Beetles (Coleoptera: Nitidulidae). In: Encyclopedia of Entomology. Springer, Dordrecht. [https://doi.org/10.1007/0-306-48380-7\\_3753](https://doi.org/10.1007/0-306-48380-7_3753)
- Hayes, R., Rice, S., Amos, B. y Leemon, D. (2015). Increased attractiveness of honeybee hive product volatiles to adult small hive beetle, *Aethina tumida*, resulting from small hive beetle larval infestation. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 155(3), 240–248. <https://doi.org.una.idm.oclc.org/10.1111/eea.12304>.



- Higes, M., Martín-Hernández, R., Botías, C., Bailón, E. G., González-Porto, A. V., Barrios, L., ... y Meana, A. (2008). How natural infection by *Nosema ceranae* causes honeybee colony collapse. *Environmental Microbiology*, 10(10), 2659-2669.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1462-2920.2008.01687.x>
- Hood, W. M. (2004). The small hive beetle, *Aethina tumida*: a review. *Bee world*, 85(3), 51-59.  
<https://doi.org/10.1080/0005772X.2004.11099624>
- Hood, W. M. (2000). Overview of the small hive beetle, *Aethina tumida*, in North America. *Bee World*, 81(3), 129-137.  
<https://doi.org/10.1080/0005772X.2000.11099483>
- Human, H., Brodschneider, R., Dietemann, V., Dively, G., Ellis, J. D., Forsgren, E., ... y Zheng, H. Q. (2013). Miscellaneous standard methods for *Apis mellifera* research. *Journal of Apicultural Research*, 52(4), 1-53.  
<https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.10>
- Idrissou, F. O., Huang, Q., Yañez, O., y Neumann, P. (2019). International beeswax trade facilitates small hive beetle invasions. *Scientific Reports*, 9(1), 10665.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-47107-6>
- Instituto Meteorológico Nacional y Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2009). *Estudio de los Veranillos en Costa Rica*.  
<https://www.imn.ac.cr/documents/10179/20909/Estudio+sobre+veranillos+en+Costa+Rica>
- Kollmann, M., Rupenthal, A. L., Neumann, P., Huetteroth, W., y Schachtner, J. (2016). Novel antennal lobe substructures revealed in the small hive beetle *Aethina tumida*. *Cell and tissue research*, 363, 679-692 doi:[10.1007/s00441-015-2282-9](https://doi.org/10.1007/s00441-015-2282-9)

- Lee, M. H., Lee, S., Leschen, R. A., y Lee, S. (2020). Evolution of feeding habits of sap beetles (Coleoptera: Nitidulidae) and placement of Calonecrinae. *Systematic Entomology*, 45(4), 911-923. <https://doi.org/10.1111/syen.12441>
- Levot, G. W., y Somerville, D. (2012). Efficacy and safety of the insecticidal small hive beetle refuge trap APITHOR™ in bee hives. *Australian Journal of Entomology*, 51(3), 198-204. <https://doi.org/10.1111/j.1440-6055.2011.00852.x>
- Levot, G. W. (2008). An insecticidal refuge trap to control adult small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) in honey bee colonies. *Journal of apicultural research*, 47(3), 222-228. <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101463>
- Liu, Y., Han, W., Gao, J., Su, S., Beaurepaire, A., Yañez, O., y Neumann, P. (2021). Out of Africa: novel source of small hive beetles infesting Eastern and Western honey bee colonies in China. *Journal of apicultural research*, 60(1), 108-110. <https://doi.org/10.1080/00218839.2020.1816686>
- Medina L, Medina J, Galván G, Peral J, Vázquez E, Carrillo A (2013) Comportamiento del pequeño escarabajo de la colmena (*Aethina tumida*) en la Península de Yucatán. Memorias 21ª Reunión Anual CONASA, 6-8 noviembre, Monterrey, N.L., México, 5 pp
- National bee unit. (2017). *The small hive Beetle, a serious threat to European Apiculture*. <https://nationalbeeunit.com/downloadDocument.cfm?id=17>.
- Neumann, P., Pettis, J. y Schäfer, M. (2016). Quo vadis *Aethina tumida*? Biology and control of small hive beetles. *Apidologie*, 35(3), 1-40. <https://doi:10.1007/s13592-016-0426-x>

- Neumann, P., Evans, J., Pettis, J., Pirk, W., Schäfer, O., Tanner, G., y Ellis, J. (2013). Standard methods for small hive beetle research. *Journal of Apicultural Research*, 52(2), 1-32. <https://doi.org/10.3896/IBRA.1.52.4.19>
- Neumann, P., Hoffmann, D., Duncan, M., y Spooner-Hart, R. (2010). High and rapid infestation of isolated comercial honey bee colonies with small hive beetles in Australia. *Journal of Apicultural Research and Bee World*, 49(4), 343-344. <https://doi:10.3896/IBRA.1.49.4.10>
- Neumann, P. y Ellis, J. (2008). The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species. *Journal of Apicultural Research*, 47(3), 180-183. <https://doi.org/10.3827/IBRA.1.47.3.01>
- Neumann, P., y Elzen, P. J. (2004). The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae): Gaps in our knowledge of an invasive species. *Apidologie*, 35(3), 229-247. <https://doi.org/10.1051/apido:2004010>
- Neumann, P., y Härtel, S. (2004). Removal of small hive beetle (*Aethina tumida* Murray) eggs and larvae by African honey bee colonies (*Apis mellifera scutellata* Lepeletier). *Apidologie*, 35, 31-36. <http://dx.doi.org/10.1051/apido:2003058>
- Organización Internacional de Epizootias (2013). *Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals*. <https://rr-africa.oie.int/wp-content/uploads/2019/12/el-harrak.pdf>.
- Schäfer, M. O., Ritter, W., Pettis, J. S., Teal, P. E., y Neumann, P. (2009). Effects of organic acid treatments on small hive beetles, *Aethina tumida*, and the associated yeast

*Kodamaea ohmeri*. *Journal of Pest Science*, 82, 283-287.

<https://doi.org/10.1007/s10340-009-0252-2>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2014). *Manual nuevos manejos en la apicultura para el control del Pequeño Escarabajo de la Colmena Aethina tumida Murray*.

[https://www.researchgate.net/publication/265292604\\_Manual\\_de\\_Nuevos\\_Manejos\\_en\\_la\\_Apicultura\\_para\\_el\\_Control\\_del\\_Pequeno\\_Escarabajo\\_de\\_la\\_Colmena\\_Aethina\\_tumida\\_Murray/citations](https://www.researchgate.net/publication/265292604_Manual_de_Nuevos_Manejos_en_la_Apicultura_para_el_Control_del_Pequeno_Escarabajo_de_la_Colmena_Aethina_tumida_Murray/citations)

Somerville, D. (2003). Study of the small hive beetle in the USA. *Rural Industries Research and Development Corporation*, 03(50), 1-57. <https://www.agrifutures.com.au/wp-content/uploads/publications/03-050.pdf>

Spiewok, S., y Neumann, P. (2012). Sex ratio and dispersal of small hive beetles. *Journal of Apicultural Research*, 51(2), 216-217. [DOI 10.3896/IBRA.1.51.2.12](https://doi.org/10.3896/IBRA.1.51.2.12)

Spiewok, S., Pettis, J. S., Duncan, M., Spooner-Hart, R., Westervelt, D., y Neumann, P. (2007). Small hive beetle, *Aethina tumida*, populations I: Infestation levels of honeybee colonies, apiaries and regions. *Apidologie*, 38(6), 595-605. <https://doi.org/10.1051/apido:2007042>

Spiewok, S., y Neumann, P. (2006). Cryptic low-level reproduction of small hive beetles in honey bee colonies. *Journal of Apicultural Research*, 45(1), 47-48. [DOI10.1007/s10340-007-0183-8](https://doi.org/10.1007/s10340-007-0183-8)

Spiewok, S., Neumann, P. (2006). The Impact of Recent Queenloss and Colony Phenotype on the Removal of Small Hive Beetle (*Aethina tumida* Murray) Eggs and Larvae by

- African Honeybee Colonies (*Apis mellifera capensis* Esch.). *Journal Insects Behavior* 19, 601–611 <https://doi.org/10.1007/s10905-006-9046-z>
- Torto, B., Arbogast, R. T., Alborn, H., Suazo, A., Van Engelsdorp, D., Boucias, D., ... y Teal, P. E. (2007). Composition of volatiles from fermenting pollen dough and attractiveness to the small hive beetle *Aethina tumida*, a parasite of the honeybee *Apis mellifera*. *Apidologie*, 38(4), 380-389. <https://doi.org/10.1051/apido:2007024>
- Toufailya, H., Alves, D., Bená, D., Bento, J., Iwanicki, N., Cline, A., Ellis, J. y Ratnieks, F. (2017). First record of small hive beetle, *Aethina tumida* Murray, in South America, *Journal of Apicultural Research*, 56(1), 76-80. <https://doi:10.1080/00218839.2017.1284476>
- Tucuch-Haas JI, Rangel-Fajardo MA, Casanova-Lugo F, Ruíz-Sánchez E, Utrera-Quintana F, Tucuch-HaasCJ, Burgos-Díaz JA (2020) Control alternativo de *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) con polvos vegetales 7(3): e2601. DOI:10.19136/era.a7n3.2601
- Umaña, C., Cubero, A., León, B. y Chaves, G. (2015). Determinación de la presencia /ausencia del Pequeño Escarabajo de la Colmena (*Aethina tumida* Murray) en las explotaciones Apícolas *Apis mellifera scutellata* de Costa Rica. *Ciencias Veterinarias*, 32(2),47-55. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewj-t8XKhqr6AhWmFVvKfHSpIChcQFnoECAUQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.revistas.una.ac.cr%2Findex.php%2Fveterinaria%2Farticle%2Fdownload%2F7548%2F7929%2F&usg=AOvVaw1LcEmAf6AJiGMrdkTREbSN>

Villalobos, E.M., Medina, L., Miranda, E., Zhang, Z., Nikaido, S., Wong, J. y Santamaría, J.  
(2023). Peek a Boo: Manipulation and Field-sampling of the Small Hive beetle  
[Manuscrito presentado para su publicación].