

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



ESTUDIO PRELIMINAR DE LA TRAMPA NARRO PARA EL
DIAGNOSTICO Y MANEJO DEL PEQUEÑO ESCARABAJO DE LAS
COLMENAS *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) Y SEGUIMIENTO
DE ESTA FAMILIA Y PLAGA EN COAHUILA.

Por:

PALOMA SANTANA GARCÍA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA TRAMPA NARRO PARA EL DIAGNOSTICO Y
MANEJO DEL PEQUEÑO ESCARABAJO DE LAS COLMENAS *Aethina tumida*
(Coleoptera: Nitidulidae) Y SEGUIMIENTO DE ESTA FAMILIA Y PLAGA EN
COAHUILA.

TESIS

Presentada por:

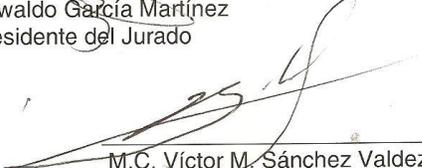
Paloma Santana García

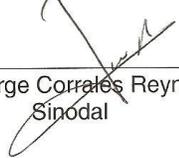
Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

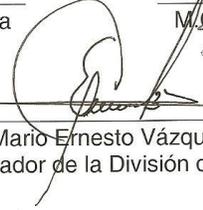

Dr. Oswaldo García Martínez
Presidente del Jurado


M.C. Antonio Cárdenas Elizondo
Sinodal


M.C. Víctor M. Sánchez Valdez
Sinodal


M.C. Jorge Corrales Reynaga
Sinodal


M.C. Teodoro Saldaña Ortiz
Sinodal externo


Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo de 2011



Coordinación
División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**. Por darme la vida, guiar todos y cada uno de mis pasos, por darme las agallas necesarias para enfrentar la vida, por ponerme en el camino de grandiosas personas que forman parte hoy de mi vida y permitirme cumplir una más de mis grandes metas.

A mi **ALMA MATER**. Por darme la oportunidad de crecer profesionalmente, desarrollarme como persona y darme las principales herramientas para mi desarrollo en el futuro, gracias.

Al **Dr. Oswaldo García Martínez**. Primeramente por confiar en mí este proyecto de tesis, por brindarme su apoyo incondicional, por sus desvelos, pasatiempos dedicados a este trabajo y sus grandes enseñanzas recibidas gracias, Dios lo bendiga.

Al **M.C. Teodoro Saldaña Ortiz**. Por su apoyo incondicional y desinteresado, su tiempo dedicado, por sus valiosas aportaciones, sus buenos deseos y la confianza brindada, gracias Dios lo bendiga.

A Don **Armando Hernández Torres**. Gracias por su gran apoyo y dedicación al trabajo, porque sin su gran ayuda, este trabajo no se hubiese cumplido con éxito.

Al Señor **Víctor V. González Portales**. Por su apoyo al permitirnos trabajar con toda confianza en sus colmenas y por sus valiosas aportaciones.

A **Pedro Zabala Rodríguez**. Por tu gran ayuda cada que visitábamos el Rancho el Vergel.

Al **M.C. Víctor M. Sánchez V., M.C. Antonio Cárdenas E. y M.C. Jorge Corrales R.** Por sus valiosas aportaciones, sugerencias y tiempo dedicado en la revisión de este

trabajo, y sobre todo por sus enseñanzas brindadas durante y fuera de las clases, gracias por su apoyo desinteresado.

Al **M.C. Humberto C. González Morales**. Por apoyarme en el aprendizaje de las abejas y la confianza brindada al trabajar en sus colmenas.

Al **Dr. Mario E. Vázquez Badillo**. Por su apoyo brindado para poder asistir al Seminario Americano de Apicultura y por sus buenos deseos.

Al **Dr. William G. Meikle, Dr. Rodolfo R. Medrano y Dr. Raúl Rivera**. Gracias por su apoyo en el conocimiento de la especie en estudio y literatura otorgada, en la visita al laboratorio en USDA-ARS/Honey Bee Research Weslaco, Texas USA.

Al **M.C. Cesar Estrada T., Dr. Ernesto Cerna Ch. y Dr. Sergio R. Sánchez P.** Por sus grandes enseñanzas, por su amistad, y consejos desinteresados, gracias porque cada uno me otorgó herramientas muy valiosas para mi formación. Dios los bendiga.

A la **generación CX de Parasitología** y a todos los **profesores del Departamento**.

Al **M.C. Marco O. Samaniego Astudillo**. Por su tiempo dedicado a la revisión de este trabajo, por sus valiosas aportaciones y conocimientos recibidos, sobre todo por su apoyo y confianza que desinteresadamente me ha brindado, Dios lo bendiga.

Y a todas aquellas personas que de alguna u otra manera contribuyeron en mi formación profesional paisanos, amigos y parientes mil gracias por su apoyo.

*"La confianza, como el arte, nunca proviene de tener todas las respuestas,
sino de estar abiertos a todas las preguntas."*

DEDICATORIAS

A mis padres:

Susana García Martínez. Gracias madre por confiar en mí, por tu apoyo, desvelos, enseñanzas brindadas y amor incondicional, si algún día llegara a ser la calidad de persona que eres me sentiría aún mas grande; me resta decirte que este esfuerzo te lo dedico de todo corazón y que te amo demasiado.

Carlos Santana Muñoz. Gracias padre porque siempre confiaste en mí, por tus buenos deseos, apoyo, preocupaciones y amor brindados, te dedico con todo mi cariño y respeto este trabajo, te amo.

A mi hermano, Christian Santana García. Gracias hermano por estar conmigo, por crecer a mi lado, sabes que te quiero muchísimo, échale ganas, Dios te cuide siempre, te amo.

A mi novio Rafael Trzviño F. Gracias amor por estar a mi lado siempre, por tu apoyo incondicional a cualquier momento, ser mi apoyo, por tu respeto y amor, te amo.

A mi mejor amiga Mildræt. Gracias te doy por tu tiempo, por tus palabras de aliento, por confiar en mí y estar siempre conmigo, te amo.

Y al resto de la *familia*. Porque de cada uno aprendí algo bueno para mi formación, gracias por su apoyo y por supuesto a mis sobrinas hermosas *Miranda* y *Mariana*, las amo.

Y a todas aquellas personas a quienes les sirva este estudio realizado, esperando que le saquen el mejor provecho posible, y contribuya a su formación.

"Uno puede devolver un préstamo de oro, pero está en deuda de por vida con aquellos que son amables."

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
ÍNDICE DE CONTENIDO	I
ÍNDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	IV
RESUMEN	V
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
Generalidades sobre la apicultura	4
La Apicultura en México	9
Regiones apícolas	9
Polinización	10
Producción nacional	11
Comercialización	11
La Apicultura en Coahuila	12
El Pequeño Escarabajo de las Colmenas <i>Aethina tumida</i> Murray	13
Taxonomía	13
Orden Coleoptera	14
Familia Nitidulidae	15
Aspectos genéticos	15
Distribución y tipo de hábitat	15
Daño	16
Ciclo de vida	16
Alimentación	18
Oviposición-reproducción	19
Infestación-re infestación	20
Cambio de hospedero	20
Comportamiento de las abejas al ataque de <i>A. tumida</i>	20

Trampeo y Diagnóstico	25
Atrayentes	25
Trampeo	25
Detección diagnóstico	26
Control.....	27
Cultural	27
Químico	28
Biológico.....	29
MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
Seguimiento a la Presencia de <i>A. tumida</i> y de Nitidulidos en el Estado de Coahuila	31
Trampa para Capturar e Inhabilitar Larvas y Adultos de <i>Aethina tumida</i>	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
Seguimiento a <i>Aethina tumida</i>	37
Prueba Preliminar de la Trampa Narro	38
Larvas.....	38
Adultos	40
Larvas y adultos	41
Géneros de Nitidulidae	46
CONCLUSIONES	48
LITERATURA CONSULTADA	49

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Fechas, número de muestreos, de trampas y de larvas de <i>Aethina tumida</i> capturadas con la trampa Narro, en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.....	38
Cuadro 2. Fechas de colecta, número de trampas, días y capturas máximas y mínimas de larvas de <i>Aethina tumida</i> , en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.....	39
Cuadro 3. Períodos de captura, número de trampas, promedio de capturas por trampa y día de larvas de <i>Aethina tumida</i> , en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.....	39
Cuadro 4. Fechas, número de muestreos, de trampas y de adultos de <i>Aethina tumida</i> capturados con la trampa Narro, en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.....	40
Cuadro 5. Fechas de colecta, numero de trampas y capturas máximas y mínimas de adultos de <i>Aethina tumida</i> , en San Carlos, Coahuila. 2010.....	41
Cuadro 6. Períodos de captura, número de trampas, promedio de capturas por trampa y día de adultos de <i>Aethina tumida</i> , en San Carlos, Jiménez, Coahuila 2010.....	41
Cuadro 7. Fechas de muestreo y número de trampas, larvas y adultos de <i>Aethina tumida</i> colectados con la trampa Narro en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.....	42
Cuadro 8. Géneros de Nitidulidae colectados en trampas de reja con fruta en el Estado de Coahuila. 2010.....	46

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. 1A Localidades de muestreo para adultos de <i>Aethina tumida</i> en el Estado de Coahuila; 1B trampa de plástico con embudo invertido; 1C reja de madera con fondo de hielo seco de 9 cm de altura con hoyos para colocar y sostener las trampas; 1D, E reja de madera y trampas de plástico cubiertas con plástico negro.....	35
Figura 2. 2A Trampa Narro; 2B, C colocación de la trampa entre cámara de cría y piso de la colmena; 2D, E cartulina negra en el piso de la trampa con adhesivo SEHU-TAK; 2F tortilla de atrayente polen-miel de abeja de 8x2 cm de diámetro y grueso respectivamente.....	36

RESUMEN

Con los objetivos de dar seguimiento a la presencia actual en Coahuila del pequeño escarabajo de las colmenas, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae); evaluar, de manera preliminar, una trampa para su detección y aportar al conocimiento de los Nitidulidae en el estado; De enero a junio de 2010, se ubicaron trampas con atrayente de frutas, esencias y polen-miel, en el norte, centro y sur de Coahuila, las cuales no atrajeron al escarabajo, pero si a adultos de los géneros *Urophorus*, *Carpophilus*, *Cryptarcha* y *Conotelus* de la familia Nitidulidae.

De mayo a septiembre del mismo año, se colocaron bajo la cámara de cría de colmenas de *Apis mellífera* (Hymenoptera: Apidae), ubicadas en San Carlos, Jiménez, Coahuila, trampas con pegamento y un atrayente a base de polen-miel (denominada trampa Narro), para atrapar a larvas y adultos de *A. tumida* dentro de las colmenas, mismas que capturaron 779 larvas y 764 adultos en 99 días, es decir, 1543 individuos, atrapando en promedio 15.5 (7.8 larvas; 7.7 adultos) diariamente.

Dado lo anterior, la trampa Narro tiene potencial para diagnosticar la presencia de la plaga en las colmenas y coadyuvar, como control mecánico, en un programa de manejo integrado de esta plaga.

PALABRAS CLAVE: Abejas, miel, *aethina*, colmenas, trampa.

INTRODUCCIÓN

Aethina tumida Murray (Coleoptera: Nitidulidae), es un insecto nativo del sur de África (Ellis *et. al.*, 2003a), conocido como el pequeño escarabajo de las colmenas (PEC); las hembras depositan sus huevecillos en éstas, las larvas y adultos se alimentan de miel, polen, cera y larvas de abejas, contaminando la miel con sus heces fecales, propiciando que la miel se fermente, lo que la hace inadecuada para el mercado (Arbocast *et. al.*, 2009; Ellis y Hepburn, 2006); además, propicia el abandono de las colmenas y afecta significativamente la polinización, es decir, este escarabajo tiene alto potencial para causar graves daños a colmenas de *Aphis mellifera* (Hymenoptera: Aphidae), con el consecuente efecto negativo a la producción de miel, y por ende a esta importante industria, y más cuando el insecto ha demostrado alta capacidad de dispersión (Spiewok, *et. al.* 2008; Elzen, *et. al.* 2000). *A. tumida* se ha distribuido de su lugar de origen a Europa, Australia, Canadá, Portugal y Norte América.

En México, el 22 de octubre de 2007, la Delegación de la SAGARPA del Estado de Coahuila, recibió un reporte del señor Armando Hernández Torres, informando de la presencia de escarabajos en el apiario “El Carmen” de su propiedad, localizado en San Carlos, Jiménez. El 23 del mismo mes, el M.C. Teodoro Saldaña Ortiz, realizó un diagnóstico que resultó positivo para *A. tumida* y envió muestras del escarabajo al Centro Nacional de Servicios de Constatación en Salud Animal (CENAPA).

El 25 de Octubre, del mismo año, el CENAPA, de las muestras tomadas en el sitio, determinó que se trataba de *A. tumida*, constituyéndose esto en el primer reporte formal de la presencia de este peligroso organismo exótico en el país. Ese mismo día, el M.C. Saldaña, realizó un diagnóstico positivo en el apiario. (Teodoro Saldaña O., SAGARPA-Coahuila, comunicación personal).

Dado lo anterior, la Coordinación Estatal del Programa Nacional para el Control de la Abeja Africana, en coordinación con la Comisión para la Prevención de Fiebre Aftosa y otras Enfermedades Exóticas (CPA), habilitaron un operativo para evitar su distribución, que abarcó el Distrito 001 Ciudad Acuña, Coahuila, revisando colmenas y tratándolas con el acaricida CheckMite (Coumaphos), controlando temporalmente la plaga, realizando la verificación en diciembre de 2007.

Durante febrero de 2008, se redescubre a *A. tumida*, en el mismo apiario, lo que obligó a repetir el operativo; además, se detectó a la plaga en un apiario ubicado en el Rancho el Vergel, Hidalgo, Coahuila, que administra la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN). (Teodoro Saldaña O., SAGARPA-Coahuila, comunicación personal).

En Abril de 2008, la SAGARPA-Coahuila, puso a disposición del Departamento de Parasitología Agrícola (DPA) de la UAAAN-Salttillo, ocho adultos muertos de coleópteros de la familia Nitidulidae, colectados en San Carlos, Jiménez, Coahuila, solicitando su identificación y sexado. Los resultados de la indagación taxonómica y del estudio de genitalias realizando a través de disecciones en laboratorio, indicaron que los especímenes correspondían a *A. tumida*, determinándose seis hembras y dos machos. El reporte técnico correspondiente fue formalmente enviado, como respuesta, a la institución solicitante.

En noviembre de 2008, el representante no gubernamental del Comité Sistema Producto Miel en Tamaulipas, y un técnico de CPA-N.L., visitaron el DPA-Salttillo, de la UAAAN, manifestando interés de que la Narro interviniera en dar seguimiento a este nuevo problema para la apicultura nacional, ya que al parecer, *A. tumida* también había sido detectada en apiarios de *A. mellifera* en San Luis de la Paz, Guanajuato, hecho que los apicultores involucrados no aceptaron, sin embargo, las autoridades correspondientes aplicaron medidas zoosanitarias. En el

mismo mes se entregó a técnicos de CPA-N.L. y Coahuila, un anteproyecto UAAAN de convenio.

De marzo a julio de 2009, el Dr. Oswaldo García Martínez, profesor-investigador entomólogo del DPA-Salttillo y los estudiantes Paloma Santana García (licenciatura) y Santiago Vergara Pineda (posgrado-doctorado), realizaron muestreos preliminares en el Rancho el Vergel, ubicado contiguo al Río Bravo del Norte, para capturar adultos de Nitidulidae, utilizando como atrayentes melón, piña, ciruelas, uvas y pencas de miel; y además, también, en un apiario localizado en el Campus Buenavista de la UAAAN, colectando adultos de Nitidulidae, pero no de *A. tumida*.

Para ubicarse mejor en el problema, se asistió al "XXIII Seminario Americano de Apicultura Tampico 2009", donde los apicultores acordaron realizar una reunión de trabajo para el propósito en la UAAAN-Salttillo; hecho que se concretó el 25 de agosto de 2009 en el Auditorio de Recursos Naturales, participando altas autoridades de la SAGARPA (México, Nuevo León y Coahuila), la CPA, la Organización Nacional de Apicultores (ONA), así como apicultores de San Luis Potosí, Nuevo León, Querétaro, Guanajuato, Tamaulipas y Coahuila.

El 27 de Agosto se visitó el Honey Bee Research Unit del USDA, Kika de la Garza, localizado en Weslaco, Texas, donde se realiza investigación sobre *A. tumida*. Todo lo anterior permitió ganar valiosas experiencias, de diferente índole, sobre el problema.

Por la importancia ecológica, económica y social que reviste esta plaga exótica; por su presencia confirmada en el Estado de Coahuila; por el interés de apicultores de minimizar su daño y por obligatoriedad e interés de la UAAAN y del DPA-Salttillo, se realizó este trabajo, que tiene como objetivos, dar seguimiento a la presencia actual en Coahuila del pequeño escarabajo de las colmenas, *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae); evaluar, de manera preliminar, una trampa para su detección y aportar al conocimiento de los Nitidulidae en el estado.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades Sobre la Apicultura

La miel es una sustancia dulce, natural, que elaboran las abejas, principalmente *A. mellifera*, a partir del néctar de las flores o de secreciones que producen las partes vivas de las plantas, y su explotación da lugar a la apicultura. (SAGARPA, 1998)

Algunas civilizaciones antiguas generaron explicaciones divinas sobre el origen de la apicultura. Por ejemplo, en la leyenda de Aristeo (griego), se menciona que “al sacrificar cuatro toros y a cuatro novillos, para calmar la ira de los dioses, vio que de las entrañas de estos animales salían enjambres, gracias a los cuales, pudo reconstruir su colmenar y enseñar a los hombres el arte de la apicultura”. Igualmente, una leyenda egipcia, explicita que “las lágrimas del dios Ra (el sol), al caer al suelo, se transformaron en abejas, que construyeron panales y fabricaron miel, de la cual se abastecerían los hombres” (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

Antes del siglo XVI, únicamente en el viejo mundo había abejas. La apicultura como tal, comenzó cuando el hombre aprendió a proteger, cuidar y controlar las colonias de abejas que encontraba en huecos de árboles u otros sitios. Gradualmente se utilizaron colmenas separadas, en lugar de las naturales, que por seguridad, se colocaban juntas, en apiarios. (SAGARPA, 2010).

Las colmenas se construían con corcho, corteza de árboles y tablas de madera. En el medio oriente, usaban vasijas de barro; en el antiguo Egipto, cañas y en comunidades agrícolas, cestos de paja y de cerámica, o canastos fabricados con ramillas de avellano. (SAGARPA, 2010).

Todavía se utilizan colmenas de mimbre en algunas partes de Europa. Estos tipos de colmenas protegían a las abejas y sus panales, del viento, lluvia, calor y frío.

Las piqueras eran pequeñas para ayudar a las abejas a defender las colmenas; se utilizaba, además, otra abertura para sacar miel y cera. Las colmenas eran generalmente pequeñas, para estimular la enjambrazón, y de esta manera, poblar más colmenas. (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

La apicultura primitiva consistía en cuidar las colmenas y matar abejas sumergiéndolas en agua hirviendo para obtener miel y cera. En Egipto se usó humo para sacar a las abejas de sus colmenas, y los antiguos romanos las alimentaban. (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

A principios del verano, capturaban enjambres para colocarlos en colmenas; a fines del verano, el apicultor mataba las abejas en la mayoría de las colmenas, recortaba los panales y colaba la miel, separándola de la cera; en otoño, si era necesario, proporcionaba alimento a las colmenas. Era común quemar azufre para matar abejas. (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

A partir del siglo XVI se dieron acontecimientos trascendentes que influyeron de manera muy importante en la apicultura. Durante 1568, Nickel Jacob, publicó en Alemania, que las abejas podían criar una reina a partir de huevos o larvas muy jóvenes. Luís Méndez de Torres, en 1586, en España, hizo la primera descripción de la abeja reina como hembra y productora de huevos. (SAGARPA, 2010).

En Inglaterra, Charles Butler demostró en 1609, que los zánganos eran abejas machos. El príncipe italiano Cesi, en 1625, publicó los primeros dibujos de abejas hechos, utilizando un microscopio y Richard Remnant en 1637 dejó claro que las abejas obreras eran hembras. (SAGARPA, 2010).

En 1744 H.C. Hornbostel publicó como se produce la cera. En 1750 el inglés Arthur Dobbs descubrió que el polen que colectan las abejas era el "germen masculi-

no" de la flor, y también observó que las abejas juntan polen de una sola clase de flores en cada vuelo. (SAGARPA, 2010).

Los primeros conocimientos sobre el apareamiento de la reina con el zángano se difundieron en 1771, cuando Anton Janscha, en Slovenia, publicó un informe sobre esto. C.K. Sprengel, en 1793, estableció que la fertilización de flores era realizada por abejas. La colmena tipo libro de Huber, llegó un siglo más tarde y consistía de marcos, unidos por bisagras en un lado, como las hojas de un libro, y las abejas construían sus panales en los marcos. (SAGARPA, 2010).

Entre 1650 y 1850 se inventaron muchas colmenas con listones y marcos arriba. Los griegos usaban colmenas de canastos hechos de paja que cubrían en la parte abierta con madera. Estas colmenas llegaron a Inglaterra en 1682, cuando Sir George Wheler las describió en su libro "A journey into Greece"; donde comentaba que en primavera se duplicaba el número de colmenas pobladas, quitando la mitad de panales de cada colmena para colocarlos en una colmena vacía. (SAGARPA, 2010).

Los apicultores griegos produjeron una colmena de cuadros móviles que era manejable, pero el paso para desarrollarla, no se dio. En 1806, el apicultor ucraniano, Peter Prokopovich, construyó la primera colmena con cuadros móviles que se usó en escala comercial, llegando a mantener hasta 10.000 colonias. (SAGARPA, 2010).

En Norteamérica no hay registros de la existencia de abejas melíferas hasta 1638. En 1850 se desembarcaron abejas melíferas en California, Estados Unidos de Norte América (EU) y desde ahí se llevaron a Oregón y luego a Columbia Británica. En Australia, las primeras abejas melíferas fueron desembarcadas en Sidney, durante 1822. (SAGARPA, 2010).

W. D. Cotton llevó, de Inglaterra, las primeras abejas a Nueva Zelanda en 1842. Por lo anterior, se puede decir que hasta hace poco más de ciento cincuenta

años, las abejas melíferas están presentes en los cinco continentes. (SAGARPA, 2010).

Actualmente, la apicultura se practica casi en todas las áreas habitadas del planeta (excepto polos y zonas muy frías), y en el nuevo mundo esta actividad constituye un medio de vida. En Europa un hombre puede atender 100-300 colmenas y en California hasta 2000. (SAGARPA, 2010).

El rendimiento promedio de miel en la mayoría de los países varía de 18 a 36 kilos por colmena, aunque en las mejores zonas para la apicultura puede llegar a ser de 90, 135 o hasta 180 kilos. En el Viejo Mundo muchos apicultores realizan esta actividad por hobby, o bien para obtener alguna entrada económica adicional, explotando 5, 10 o hasta 50 colmenas con una cosecha de 5 a 18 kilos por colmena. (SAGARPA, 2010).

En Austria, Checoslovaquia, Alemania, los Países Bajos y Suiza, se tienen más de 10 colonias por cada 2,6 km² con rendimientos de miel que se consideran entre los más bajos de Europa, donde hay aproximadamente 13 millones de colmenas, promediando 7 por cada 2,6 km; densidad de colmenas siete veces mayor que la de cualquier otro continente y donde el rendimiento promedio de miel, por colmena, es de aproximadamente 9 kilos por año. (SAGARPA, 2010).

A pesar de la gran densidad de abejas, se consume más miel de lo que puede producirse, siendo Europa occidental la región del mundo que importa mayor cantidad de miel. (SAGARPA, 2010).

África produce miles de toneladas de cera, y es el mayor oferente de este producto en los mercados mundiales. Así mismo, en este continente, se cosechan alrededor de 83.000 toneladas de miel, mucha de la cual se convierte en cerveza. (SAGARPA, 2010).

En el extremo sur de África, existe la abeja del Cabo (*Apis mellifera capensis*), que se caracteriza porque sus obreras ponen huevos fértiles de los que se pueden criar reinas y obreras, aunque no hayan sido fecundadas por zánganos (partenogénesis). (SAGARPA, 2010).

En Norteamérica existen casi cinco millones de colmenas que producen en promedio 25 kilos de miel en los EU y 55 en Canadá. En EU prácticamente hay una colmena por milla cuadrada y menos de una por cada diez millas en Canadá. (SAGARPA, 2010).

En Centro América y Sudamérica hay cuatro millones de colonias con un promedio de dos colmenas por milla cuadrada. La parte tropical de Sudamérica es hábitat de muchas especies de abejas sin aguijón. El rendimiento promedio por colmena en Centro y Sudamérica es de 27 kilos, y la producción anual de alrededor de 100.000 toneladas, una gran parte de la cual se exporta. (SAGARPA, 2010).

En Nueva Zelanda existen alrededor de 200.000 colonias que producen aproximadamente 6.000 toneladas de miel, de las que se exportan tres cuartas partes o más a Europa. Hay alrededor de dos colmenas por milla cuadrada que producen en promedio 30 kilos de miel. (SAGARPA, 2010).

Australia tiene algunos de los rendimientos de miel más altos del mundo, siendo el promedio para todo el país de 36 kilos. En el oeste el promedio es superior a 90 kilos. Australia produce alrededor de 18.000 toneladas de miel por año, de las cuales se exportan a Europa 8.000-10.000; en todo el país hay solamente alrededor de una colonia por cada siete millas cuadradas. (SAGARPA, 2010).

En el mundo, anualmente se comercializan entre 250.000 a 300.000 toneladas de miel, siendo Rusia, China, EU, México, Argentina, Canadá y Alemania, los principales países productores. (SAGARPA, 2010).

La Apicultura en México

Según mitos mayas, “los primeros habitantes de la tierra fueron los Zayawinicoob, que se dedicaban a criar colmenas. Un día, estos naturales hicieron enojar a los dioses, ya que no cumplían con las ofrendas prometidas, por lo que el dios Hobnil, los convirtió en abejas sin aguijón y las nombro Xunan Kab”. Esta cultura utilizaba mucha miel para preparar el balche, que se tomaba en las festividades religiosas. (Ortega y Ochoa, 2006).

En 1549, los conquistadores españoles exigían a los indígenas miel y cera como tributo. La cera que reunían la comercializaban desde los puertos de Yucatán y Campeche, enviándola al puerto de Veracruz y a otros puntos del imperio español. (Ortega y Ochoa, 2006).

En México, la miel se produce en casi todo el territorio, pero la producción se concentra en las entidades del sureste: Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán, esta última con el liderazgo nacional. Destacan también Jalisco, Guerrero, Veracruz, Oaxaca, Puebla, Colima, Guanajuato, Hidalgo, Michoacán, Morelos, San Luis Potosí, Sinaloa y Zacatecas. Estas 18 entidades aportan alrededor del 90 por ciento de la producción nacional. (Ortega y Ochoa, 2006).

En 1991, México cosechaba más de 60 mil toneladas anuales de miel y ocupaba la cuarta posición mundial como productor, después de la URSS, China y los Estados Unidos. (Ortega y Ochoa, 2006).

Regiones apícolas.

México, para propósitos de la apicultura se divide en cinco regiones con diferente grado de desarrollo y variedad en tipos de mieles; estas son: a) Norte.- Integrada por los estados de Baja California Norte, Baja California Sur, Sonora,

Chihuahua, Durango, Zacatecas, Coahuila, Nuevo León y parte del norte de Tamaulipas y altiplano de San Luis Potosí. En esta región se obtiene miel ámbar, principalmente de mezquite y cuyo precio es uno de los mejores a nivel nacional, siendo muy demandada en EU. b) Costa del Pacífico.- Formada por los estados de Sinaloa, Nayarit, poniente de Jalisco y Michoacán, Colima, parte de Guerrero, Oaxaca y Chiapas. Se producen mieles de origen multifloral y de mangle, principalmente oscuras, aunque también de color ámbar. c) Del Golfo.- Incluye Veracruz y parte de los estados de Tabasco, Tamaulipas, la región Huasteca de San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro. Se produce miel obtenida de cítricos, ámbar clara, muy aceptada por los japoneses. También se cosecha miel oscura y clara. d) Altiplano.- Comprende Tlaxcala, Puebla, México, Morelos, Distrito Federal, Guanajuato, Aguascalientes, parte oriente de los estados de Jalisco, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, parte poniente de Hidalgo y Querétaro, así como la región media de San Luis Potosí. Se producen mieles ámbar con consistencia tipo mantequilla, demanda por el mercado europeo. e) Sureste o Península de Yucatán.- Constituida por los estados de Campeche, Yucatán, Quintana Roo y parte de los estados de Chiapas (Noreste) y Tabasco (Oriente). Es la zona más importante por su volumen en producción de miel y porque ubica a la mayor parte de los apicultores del país. Se produce miel de floraciones únicas, como son la dzidzilche y de tajonal, que por su calidad es demandada por el mercado Europeo. (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

Polinización.

La movilización de colmenas es una práctica muy frecuente, que se realiza con dos objetivos concretos: 1) aprovechar la floración de otros lugares y 2) polinizar cultivos. (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

La polinización es un servicio que presta la apicultura, en muchas zonas del país, siendo una fuente alterna de ingresos, y en otros casos, como el de Sinaloa,

Chihuahua y Coahuila, es el fin principal de la explotación de las abejas, quedando como actividad secundaria la obtención de miel. (SAGARPA, 2010).

Esta actividad se realiza en 28 estados de la república, incluyendo la Región Lagunera de los estados de Coahuila y Durango, involucrando a más de 590 mil colmenas. En tres entidades federativas se movilizan colmenas solo para polinizar cultivos, en 12 para producir miel y en 13 para ambos. (SAGARPA 2010)

Producción nacional.

La producción de miel en México durante el periodo de 2000 a 2008, osciló en torno a las 57 mil toneladas anuales, con una tasa media de crecimiento anual (TMCA) de 0.35 por ciento. (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

En 2008, se produjeron 59.7 mil toneladas (4% de la producción mundial), siendo el mayor volumen observado en esa década. En 2009 se reportaron 52,800 toneladas, es decir, menor producción que la del 2008, reducción atribuible a la intensa sequía que se presentó en la Península de Yucatán y otras regiones del centro y norte del país. (SAGARPA, 1998; SAGARPA, 2010).

La tendencia a producir miel orgánica es creciente, porque al tener mejor precio es más rentable, ya que es superior hasta un 30 por ciento con relación al precio de la miel convencional. (SAGARPA, 2010).

Comercialización.

Se calcula que 7,600 toneladas de miel son comercializadas directamente por el apicultor o familiares de este. La industria alimenticia utiliza aproximadamente 7,020 toneladas anuales. (SAGARPA, 2010).

Con el tratado de libre comercio entre México y la Unión Europea (TLCUEM) y Japón en 2006, y el Acuerdo de Asociación Económica (AAE), se cuenta con un cupo de 30 mil toneladas anuales y 600 toneladas iniciales, respectivamente, para ser exportadas con un arancel preferencial, lo que incrementa el comercio internacional, siempre y cuando se cumplan las medidas de inocuidad y calidad que estos países exigen. (SAGARPA, 2010).

En los años 2005-2006 se exportaron 600 toneladas; durante 2006-2007, 700; para 2007-2008, 800; 2008-2009, 900, y para los años 2009-2010, 1000 toneladas respectivamente, cuota que se mantendrá a partir del año fiscal 2010 y periodos posteriores. (SAGARPA, 2010).

El monto de la exportación de miel alcanzada en el 2007 fue de 409,497 toneladas. En 2008, de 29,684.45 toneladas con un valor record de 83.87 millones de dólares estadounidenses. (SAGARPA, 2010).

La Apicultura en Coahuila

En Coahuila, para los años 2006 y 2007 hubo 3,318 colmenas; en 2008, 3,000; en 2009, 3,318 y en 2010, 3,318 respectivamente, sin considerar a la región Lagunera, en la cual actúan 88 apicultores, 3 asociaciones y 1 comité. Durante 2008 se utilizaron 1,800 colmenas para polinizar el cultivo del manzano en la Sierra de Arteaga (SAGARPA, 2010).

En el estado se movilizan 1,550 colmenas pobladas a otros estados, representando esto el 1% respecto al total nacional de movimiento de colmenas de un estado a otro. Internamente se movilizan 200 colmenas pobladas. Además, recibe 3,560 colmenas pobladas para polinización de cultivos, representando el 64.26% con respecto al total nacional de colmenas provenientes de otro estado. Para la polinización de cultivos, internamente se movilizan 1,350 colmenas pobladas, que

representan el 1.47% con respecto al total nacional, entre los municipios del mismo estado. (Teodoro Saldaña O., SAGARPA-Coahuila, comunicación personal). Coahuila, junto con otros estados, concentra el 28 por ciento de movilización para polinizar cultivos.

La producción de miel en el estado, (no incluyendo los cinco municipios de la Comarca Lagunera), ha sido: año 2000, 63.07 toneladas; 2002, 69.98; 2003, 70.24; 2004, 70.23; 2005, 72.97; 2006, 67.66; 2007, 72.54; 2008, 69.76; y 2009, 78.87 toneladas, respectivamente (SAGARPA, 2010).

El Pequeño Escarabajo de las Colmenas *Aethina tumida* Murray

La especie *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), conocida comúnmente como el pequeño escarabajo de las colmenas, fue descrita por Murray en 1867 (Neumann y Elzen, 2004); es un insecto parásito, carroñero, desintegrador, que invade colmenas de subespecies de *Apis mellifera* (Buchholz *et al.*, 2008; Ellis y Hepburn, 2006; Neumann y Ellis, 2008).

Este hexápodo es originario, endémico, del sur de África, donde solo ocasionalmente daña a colmenas débiles y enfermas; se le asocia con el abandono de colmenas, comportamiento que se explica por mecanismos de resistencia de las abejas. En áreas donde *A. tumida* ha sido introducida, afecta severamente a colmenas de la abeja melífera europea (Neumann y Elzen, 2004), por lo que se ha constituido en un nuevo problema, de corte internacional, para la apicultura (Ellis y Delaplane, 2007).

Taxonomía.

Según Borrer y White (1970) consideran a *Aethina tumida* dentro de la familia Nitidulidae quedando como clasificación taxonómica de la siguiente manera:

Reyno:..... Animal
Phyllum:..... Arthropoda
Clase:..... Hexapoda (Insecta)
Orden:..... Coleóptera
Familia:..... Nitidulidae
Género:..... *Aethina*
Especie:..... *tumida*

Orden Coleóptera.

Arnett y Thomas (2001), afirman que los coleópteros constituyen el orden más numeroso y diverso en la tierra, localizándoseles en cualquier hábitat, excepto el mar.

Borror y White (1970), precisan que para reconocer al Orden Coleóptera, se consideran las siguientes características: casi siempre una línea recta en la parte dorsal del cuerpo que se forma al unirse las alas delanteras (élitros); las alas traseras son generalmente más largas que las delanteras y se doblan debajo de estas cuando están en descanso. Las alas delanteras ocasionalmente son más cortas y no cubren todo el abdomen. Uno o ambos pares de alas, rara vez están reducidas o ausentes.

Las antenas usualmente tienen once segmentos, raro más, a menudo 8-10, raro menos de dos y son variables en forma. Las partes bucales son masticadoras. Los tarsos usualmente presentan tres a cinco segmentos. El abdomen comúnmente presenta cinco segmentos visibles ventralmente, a veces hasta ocho. Metamorfosis completa. (Borror y White, 1970).

Familia Nitidulidae.

Esta familia contiene 2800 especies, descritas en 172 géneros y puede reconocerse por las cavidades procoxales transversas, surco en la metacoxa, segmentos tarsales dilatados, cuarto tarso pequeño hacia adelante y club antenal de tres segmentos. Son primariamente saprófagos, es decir, se alimentan de plantas y animales muertos (carroña, estiércol, etc.). (Neumann y Elzen 2004).

También hay especies micetófagas (se alimentan de hongos); se les encuentra en flores, frutos podridos, jugos fermentados, nidos de abejorros, cera y miel de abejas, nidos de hormigas, productos almacenados; hay especies que depredan escolitidos y cóxidos (Arnett y Thomas 2001). También pueden alimentarse en frutos frescos y caídos. (Neumann y Elzen 2004).

De todas las familias de insectos, los nitidulidos tienen la oportunidad real de afectar a un grupo de abejas sociales, y no sorprende que en esta familia se ubiquen un buen número de simbioses para este tipo de abejas. (Ellis y Hepburn, 2006).

Aspectos genéticos.

En los EU, se han detectado dos haplotipos distintos del PEC, que mostraron distribuciones irregulares en el sureste de este país; no tuvieron correlación con el tamaño del cuerpo y no reflejan diferencias covariadas en los genomas, describiéndose 15 loci polimórficos, tanto en África como en EU que muestran de dos a 22 alelos; la variación de ADN mitocondrial de los PEC de EU y África (< 0.8 %), está dentro del rango considerado para una especie, existiendo cercanía genética entre los PEC de estas dos regiones. (Evans *et al.*, 2000; Evans *et al.*, 2003; Evans *et al.*, 2008).

Distribución y tipo de hábitat.

La distribución del PEC en un área es influenciada por los apiarios que contienen más escarabajos, y entre colmenas, su distribución no es al azar; asimismo, el número de abejas y crías no influyen los niveles de infestación (Spiewok *et al.*, 2007). En la dispersión inicial del PEC, entre las colmenas, no hay influencia del hábitat, produciéndose más miel en colmenas localizadas en áreas abiertas que en sombreadas (Ellis y Delaplane 2006).

Daño.

El PEC ataca a *A. mellifera* en EU desde 1998, y hace lo mismo también, en las áreas del mundo que ha invadido. En el sur de África afecta colmenas débiles y bastidores almacenados de *A. mellifera capensis* y *A. mellifera scutellata*. Los escarabajos invaden las colmenas, ovipositan en su interior, y tanto las larvas como los adultos, se alimentan de crías de las abejas, polen, cera y miel, dañando los bastidores. (Glinski *et al.*, 2001).

En infestaciones altas, la reina deja de ovipositar y junto con las abejas abandonan la colmena (Glinski *et al.*, 2001). El PEC disminuye la actividad de vuelo de las abejas, afectando la polinización de las plantas, al reducir el forrajeo, y por la muerte de colmenas, se reduce la población local de polinizadores (Ellis, 2005a).

La longevidad y reproducción son más altas cuando el escarabajo se alimenta en las colmenas (polen, miel, crías de abejas), lo que explica porque el PEC es eficiente para causar mucho daño en los apiarios, reflejándose esto en mucho daño económico para los apicultores (Ellis *et al.*, 2002).

Ciclo de vida.

El PEC sufre metamorfosis completa, es decir, pasa por los estadios de huevo, larva, pupa y adulto. En el suelo, se pueden encontrar larvas, pupas y adultos

reci3n eclosionados, entre 1 a 20 cm de profundidad, con casi el 80 % en los primeros 10 cm de la superficie; asimismo, el 83 % de todos los estadios, se localizan a 30 cm de la piquera, 17 % a 90 cm y no se encuentran escarabajos a 180 cm (Pettis y Shimanuki 2000).

Huevo: Son depositados en el interior de las colmenas o nidos silvestres, y casi el 100 % eclosiona a 34 grados cent3grados; la incubaci3n requiere de dos d3as a esta temperatura y de tres a 24-28 grados (De Guzman y Frake, 2007).

Larva: pasa por tres estadios (algunos autores consideran que son cuatro); a 24-28 grados cent3grados, requiere 15 d3as para que emerja el adulto. El desarrollo desde el primer instar, hasta adulto, a 24-28 grados, necesita medio d3a m3s en los machos, que en las hembras, y utiliza las mand3bulas y movimientos perist3lticos del cuerpo, para introducirse al suelo, donde construye t3neles lisos (De Guzman y Frake, 2007), obteni3ndose m3s pupas de larvas que se alimentaron de polen, miel-polen o cr3as de las abejas, siendo m3s alto el n3mero de larvas que maduran en polen.

Cuando se colocan larvas adultas en la superficie del suelo, en tres minutos barrenan 15 cm de profundidad y contin3an movi3ndose por dos a tres d3as haciendo una red de t3neles (Ellis *et al.*, 2002). La emergencia de larvas que est3n en suelo h3medo, ya sea compactado o suelto, es de 91.5 %; de suelo seco, tanto compactado como suelto, no emergen adultos (Ellis *et al.*, 2004a, b).

Pupa: es exarata y se desarrolla en cavidades que construyen las larvas en el suelo utilizando una saliva que sirve para aflojarlo, cementar la cavidad para evitar la entrada de agua y para impedir el crecimiento de microbios (Glinski *et al.*, 2001; De Guzman y Frake, 2007). El tipo de suelo afecta la duraci3n de esta etapa, pero la emergencia promedio de los adultos se da en un rango muy cerrado (Ellis *et al.*, 2004b).

Adulto: inverna en este estadio, siendo la longevidad promedio más larga de 167 días, cuando se alimenta de miel, y de 49.8 días, si se alimenta en alzas sin crías; los adultos que no se alimentan viven máximo 9.6 días y la reproducción es más alta cuando se alimentan de polen. Es común que los adultos permanezcan en el suelo, sin emerger, hasta por más de 35 días, pudiendo sobrevivir más de nueve semanas en contenedores, con baja mortalidad (Ellis *et al.*, 2002), o cinco días sin alimento y agua (Pettis y Shimanuki, 2000).

La actividad más alta de vuelo se da entre las 16:00 a 20:00 horas, antes de la puesta del sol, y la proporción sexual de los adultos que se alimentan de polen o crías de abejas, se sesga hacia las hembras, pero temprano en la mañana, la proporción sexual es básicamente de 1:1 (Elzen *et al.*, 2000).

La duración de huevo a adulto es de 38 a 81 días (Glinski *et al.*, 2001) y el ciclo de desarrollo requiere 41.32 ± 1.34 días; se necesitan 16.31 ± 1.17 días de huevo a fase de movimientos peristálticos de la larva, y la pupa requiere 24.68 ± 1.75 días (Ellis *et al.*, 2002). El desarrollo, tamaño y peso del cuerpo, es dependiente de la temperatura.

Alimentación.

Los adultos del PEC consumen polen, miel, crías y huevos de *A. mellifera*; además, explotan frutas como mango, plátano y uvas, aunque en menor proporción, así que las colmenas no le son necesarias para su supervivencia y reproducción. Es muy raro observar adultos en cajas de fruta y flores en campo, por lo que no le sirven como alimento. Los adultos ovipositan en fruta y carne en descomposición y las larvas se alimentan de estos. (Elzen *et al.*, 1999; Ellis *et al.*, 2002). Las fuentes alternativas de alimento tienen poca importancia en la reproducción cuando hay colmenas disponibles (Bucholz *et al.*, 2008),

Oviposición-reproducción.

La reproducción del PEC está asociada a un olor podrido, miel fermentada, alzas dañadas, y puede ocurrir tanto en apiarios activos como abandonados, así como frutos y nidos de abejorros. El hecho de que pueda reproducirse solo en frutas, indica que es un parásito facultativo (Ellis *et al.*, 2002).

Las larvas afectan a los bastidores y pueden dañar la estructura de las colmenas. El PEC se reproduce a bajos niveles en colmenas que no tienen daño aparente, es decir, la reproducción no necesariamente se refleja en muchas larvas y en signos típicos, evidentes de daño. (Ellis *et al.*, 2002).

Otros Nitidulidae como *Cychramus luteus*, pueden estar presentes también en las colmenas (Spiework y Neumann, 2006b). Murrle y Neumann (2004), confirmaron el enorme potencial reproductivo del PEC cuando consumen productos de las abejas, lo que ayuda a entender porque se distribuye tan rápido en áreas nuevas.

El PEC puede ovipositar a través del opérculo de celdas con cría selladas, hecho que las abejas detectan, y responden eliminando el opérculo y el contenido de las celdas, a lo cual se le llama comportamiento higiénico. La tasa de oviposición (proporción de celdas con opérculo perforado y huevecillo), no se afecta con distintas densidades de población del escarabajo, pero aumenta cuando los PEC tienen acceso a celdas de cría selladas, perforando no solo el opérculo, sino también un lado de la celda cuando está próxima a una celda vacía. (Ellis y Delaplane, 2008).

El comportamiento higiénico no es afectado por la población de abejas y fortaleza de la colonia. Es posible que semioquímicos producidos por las larvas de las abejas, que atraen a ácaros, mediaten también a los escarabajos dentro de las celdas y tengan más efecto que la densidad de estos. (Ellis y Delaplane, 2008).

Infestación-re infestación.

La re infestación de colonias sanas dentro de apiarios infestados es alta (95 %), reflejando que hay mucho intercambio de PEC's entre las colmenas. Las colmenas que se ubican en hábitats forestales son más infestadas, debido, posiblemente, a la presencia de colonias silvestres. El PEC vuela muy activamente y puede moverse individualmente, en enjambres o junto con los enjambres de las abejas y es capaz de detectar colonias estresadas de abejas a una distancia de 13 a 16 km (Spiework *et al.*, 2008).

Cambio de hospedero

En Norte América, los abejorros *Bombus impatiens* (Hymenoptera: Apidae), son hospederos alternos potenciales del PEC, ya que éste invade sus colonias y las oviposita rápidamente; además, no prefiere a las colmenas de abejas sobre las de los abejorros, mismos que defienden sus colonias sacando los huevecillos y larvas para agujinearlos después (Hoffmann *et al.*, 2008).

Colonias del abejorro infestadas artificialmente con PEC's tuvieron menos individuos vivos, más muertos y daños. Asimismo, el PEC puede completar su ciclo de adulto a adulto, en las colonias de abejorros (Stanghellini *et al.*, 2000), por lo que ahora es simpátrico con los abejorros *Bombus*. Los escarabajos son atraídos por trabajadores adultos y polen de los nidos de los abejorros, posiblemente por olores. Dado lo anterior, y considerando que los abejorros son polinizadores nativos esenciales, es muy importante conservarlos. (Spiewok y Neumann, 2006a).

Comportamiento de las abejas al ataque de *A. tumida*.

Las abejas *A. mellifera capiensis* (cape) utilizan más propóleo y almacenan más miel que *A. mellifera* y el peso de las abejas no difiere de manera importante

entre estas dos razas; el PEC causa daños importantes en colmenas de abejas europeas pero no en las cape. Las abejas europeas en los EU aprisionan escarabajos a más temprana edad que las sudafricanas cape, por lo que este comportamiento es muy distinto entre las dos subespecies, lo cual no explica el daño diferente que causa el PEC en apiarios de abejas cape y europeas (Ellis *et al.*, 2003b).

El incremento de la población del PEC genera que *A. mellifera* cambie el comportamiento de protección con la intervención de más abejas guardianas (trabajadores que vigilan escarabajos en sitios de confinamiento) y la construcción de más prisiones, aunque el número de inquilinos por prisión, no cambia. A más escarabajos, más demanda de alimento, lo que genera como respuesta que las abejas guardianas incrementen su agresividad hacia los prisioneros. La entrada exitosa a las colmenas y la alta reproducción del PEC, podría explicar el daño tan importante que causa a colmenas de abejas europeas (Ellis *et al.*, 2003a).

Las abejas cape tienen la capacidad de retirar en 24 horas todas las larvas y huevecillos no protegidos del PEC, comportamiento que juega un papel muy importante en la aparente resistencia de estas abejas africanas, aunque más del 60 % de los huevecillos protegidos eclosionan en las colmenas infestadas (Newmann y Hartel, 2004; Spiewok y Neumann, 2006b).

Las abejas cape construyen más prisiones a densidades altas del PEC, sin que se afecte el número de escarabajos por prisión, habiendo más abejas guardianas por escarabajo en la tarde que en la mañana. Este comportamiento de ambos insectos, no varía con la densidad o el tiempo (Ellis *et al.*, 2004c, d), habiendo mucha variación entre colmenas, aunque en general, hay más guardianas al atardecer.

Casi la mitad de los escarabajos se ubica en bastidores periféricos, pero las colmenas no sufren efectos porque las abejas previenen la reproducción del PEC. Es

probable que el aprisionamiento sea una defensa inicial contra los invasores, pero no la única razón para que subespecies africanas de abejas sean generalmente resistentes a la infestación del PEC como no lo son las europeas (Ellis *et al.*, 2004d). La eficacia en la retirada de huevos del PEC localizados en crías selladas (comportamiento higiénico), es distinta en abejas cape y europeas. El PEC oviposita más celdas en colmenas cape que europeas, pero la tasa de oviposición en celdas perforadas no difiere entre las subespecies, mismas que preferentemente limpian celdas perforadas y ovipositadas por el escarabajo.

La resistencia de las abejas de subespecies africanas a las infestaciones del PEC, se debe, probablemente, a diferencias cualitativas de comportamientos como ocultamiento, agresión, remoción de huevecillos-larvas y encapsulación social (Ellis, 2005a).

Los escarabajos, a su vez, utilizan tácticas de contra resistencia como posición defensiva, defecación, ocultamiento, escape, oviposición en huecos pequeños e imitación trofaláctica. El PEC se distribuye ampliamente con facilidad y puede establecerse en regiones templadas. Tiene capacidad para hospedarse en nidos de otras especies de abejas y potencial para ser una amenaza global (Ellis, 2005a).

El que pueda alimentarse en frutos, posibilita su transporte en estos. La importación de paquetes o colonias de abejas, abejorros, reinas y equipo de colmenas, constituyen formas de invasión, pero la movilización de colmenas por los apicultores, es quizá lo que más contribuya a su distribución, además de mecanismos naturales de dispersión (Neumann y Elzen, 2004). Cuando el PEC entra a las colmenas, las abejas guardianas los mantienen en la periferia y los aíslan, limitando su reproducción; los escarabajos permanecen vivos porque piden alimento a las abejas guardianas (Ellis, 2005a).

La respuesta de las abejas rusas y de *A. mellifera lingüística* a la infestación de huevos y larvas del PEC, es similar en la tasa acumulada de eliminación. Ambas abejas detectan huevos dentro de las celdas con cría operculada y son capaces de eliminarlos de la cría infestada (De Guzmán *et al.*, 2008).

En abejas rusas e italianas el genotipo de las reinas no tiene efecto inmediato en la invasión y no hay relación entre el número de escarabajos en las colmenas y la población de abejas adultas, larvas producidas o cantidad de polen; el número promedio de invasores y de población del PEC, es más alto en colmenas italianas que en las rusas, las cuales son más resistentes, y por lo mismo, tienen menos invasores y baja población y reproducción de escarabajos a través del tiempo; debido quizá a que son más agresivas y sacan más PEC vivos, lo que no sucede en las italianas. (Frake *et al.*, 2009).

Los olores de la colonia son más atractivos para la invasión que la presencia de abejas adultas. La atracción puede deberse a la cantidad y calidad diferencial de volátiles producidos en las colmenas por los dos tipos de abejas (Frake *et al.*, 2009).

Subespecies europeas y africanas de *A. mellifera* utilizan la encapsulación social (número de escarabajos encapsulados, prisioneros y por prisión; proporción de guardianes de prisión, abejas picadoras), para defenderse del PEC, y limitar la reproducción del escarabajo, lo cual frecuentemente no sucede en las abejas europeas y explica su susceptibilidad a la depredación por el escarabajo (Ellis *et al.*, 2003a).

Existen diferencias importantes en el comportamiento de encapsulación entre estas subespecies y variación entre colmenas. El PEC es más activo en la tarde que en la mañana, lo que evidencia la existencia de ritmos circadianos, y como consecuencia, aumenta el número de abejas guardianas y el contacto trofaláctico

(alimentación de escarabajos por abejas guardianas) durante la tarde. (Ellis *et al.*, 2003a).

Las abejas retienen casi al 93 % de los escarabajos fuera de los bastidores, lo que indica que la encapsulación social por las abejas europeas es suficiente solo para el control de poblaciones pequeñas del escarabajo pero no para altas (Ellis *et al.*, 2003a).

Trabajadoras de *A. mellifera capensis* encapsulan a PEC's en propóleo (resina de árboles colectada por las abejas), proceso que requiere de 1 a 4 días; las abejas utilizan una estrategia de guardianes, muy sofisticada, para evitar el escape de los escarabajos durante la encapsulación. 4.9 % de los PEC's encapsulados mueren y 1.6 % escapan. Muy posiblemente el comportamiento de encapsulación evolucionó porque las abejas no matan rápidamente al PEC debido al exoesqueleto duro que tiene y por su comportamiento defensivo (Neumann *et al.*, 2001).

Machos y hembras del PEC responden a volátiles de trabajadoras de *A. mellifera* y polen fresco. La respuesta a polen es dependiente de la cantidad, mientras que la respuesta a volátiles de trabajadoras se incrementa con el número y edad de las abejas; las hembras responden más a los diferentes volátiles (Suazo *et al.*, 2003; Torto *et al.*, 2007).

De *A. mellifera* se han obtenido volátiles identificados como acetato de isopentyl, 2 heptanone, octanal, acetato de hexyl, nonanal, 2 nonanone, methyl benzoato y decanal, que son alcoholes, aldehídos, ketonas y ésteres principalmente, entre los cuales está la feromona de alarma de las abejas melíferas, así como sus componentes florales octanal, nonanal, decanal, acetato de hexyl y metil benzoato, que son atractivos de varios insectos, incluyendo al PEC (Torto *et al.*, 2005).

La infestación de las colmenas de abejas melíferas por el PEC está asociada a la fermentación de materiales de las colmenas. Es el caso de *Kadamaea ohmeri*, una levadura obtenida de cuerpos de abejas y del PEC que produce volátiles que atraen al PEC y contiene compuestos que se encuentran en la feromona de alarma de las abejas (Benda *et al.*, 2008).

La defensa de las colmenas de *A. mellifera* contra el PEC está asociada a la liberación de feromonas de alarma que son muy importantes para la sobrevivencia de las colmenas y que son atrayentes fuertes para el escarabajo, que a su vez es vector de una línea de *Kodamaea ohmeri*, fermento que produce estas mismas feromonas de alarma de las abejas cuando crecen sobre polen en las colmenas. El ambiente de las colonias de las abejas europeas tienen condiciones óptimas para promover la relación multitrófica única abeja-escarabajo-fermento-polen que facilita las infestaciones de colmenas de la abeja melífera europea (Torto *et al.*, 2007).

Trampeo y Diagnóstico.

Atrayentes.

Realmente no existe mucha información sobre atrayentes para *A. tumida*, al respecto, Nolan y Hood (2008) utilizaron trampas con levadura de *K. ohmeri* y vinagre de sidra de manzana, las cuales incrementan la captura del PEC, sobre todo en los meses cálidos.

Trampeo.

Por los daños que causa el PEC, se necesita un programa de trampeo para su control seguro y económico, y que además, coadyuve como variable en un programa de manejo integrado, donde se considere la posibilidad de atraerlo a trampas que se

ubiquen dentro de la colmena. Con esta lógica, Hood y Miller (2003), utilizaron vinagre de sidra y aceite mineral como atrayentes, que colocaron en trampas “Hood” y “del fondo”, observando que el vinagre de sidra mata más PEC’s en campo que el aceite mineral, y que no hubo diferencia en el número de escarabajos muertos cuando se utiliza vinagre de sidra en cualquiera de las dos trampas mencionadas (Hood, 2006).

La llamada trampa-refugio, desarrollada por Levot (2008), integrada por dos piezas de plástico rígido, y que tiene las dimensiones de la piquera, permite la entrada de los escarabajos, pero no de las abejas, utiliza una tarjeta de cartón corrugado con fipronil que mata hasta 62 % de escarabajos y reduce la vida media del adulto en 96 %.

Trampas de cartón y de plástico, con tiras de Coumafos colocadas en la parte baja de las colmenas, son eficientes para matar al PEC, aunque a nivel de colmena el efecto es bajo. Las trampas de cartón, permiten una primera estimación de los niveles de infestación (Neumann y Hoffmann, 2008).

Torto *et al.* (2007), probaron masa de polen de abejas y un sustituto comercial de polen, con y sin glicerol y miel, acondicionando estos cebos con levadura de *Kodamaea ohmeri* (NRRL Y-30722) como alimento para el PEC. Las trampas con masa acondicionada capturan más escarabajos y las inoculadas con *K. ohmeri*, colocadas abajo de las colmenas, capturan más escarabajos y casi los eliminan. La efectividad de la trampa inoculada con levadura tiene potencial para el manejo del PEC.

Detección diagnóstico.

La importancia del PEC ha hecho necesario generar un método seguro para su detección, que sea rápido y barato, para conocer el nivel de infestación, que

ayude a definir un programa de manejo integrado, y además, determinar fluctuaciones poblacionales (Spiework *et al.* 2007).

Al respecto, Ward *et al.* (2007), cribaron desperdicios de las colmenas para detectar la presencia del PEC, utilizando la técnica PCR en tiempo real, junto con un protocolo automatizado para la extracción de ADN que es eficiente para el propósito.

Shafer *et al.* (2008), utilizaron tiras de plástico corrugado (75X500X4 mm), en las que se hicieron líneas de túneles estrechos que funcionan como escondites para los adultos del PEC y que se puede utilizar como un método cuantitativo de diagnóstico.

Control.

Cultural.

Las larvas del PEC pueden alimentarse de los desechos de la parte baja de las colmenas que las abejas no pueden limpiar, facilitando su reproducción, por lo que hay necesidad de evitarlos (Spiework y Neumann, 2006), es decir, la primera línea de defensa en contra del PEC, es asegurar la sanidad de las colmenas (Glinski *et al.*, 2001).

Dado que las pupas no completan su desarrollo en suelos secos, es un aspecto que hay que aprovechar, estableciendo las colmenas en sitios que tengan esta condición y evitar humedad (Ellis *et al.*, 2004e). Los adultos que se alimentan de polen son muy longevos, razón por la que el apicultor debe almacenar adecuadamente todo tipo de equipo que contenga polen (Ellis *et al.*, 2002); así mismo, retirar las colmenas débiles o muertas. Una colmena sana con solo 30 PEC, probablemente no sufrirá ningún daño. (Spiework *et al.* 2007).

Modificar la piquera usando reductores, ayuda a regular la invasión de los PEC's, porque las colmenas con esta situación tienen menos escarabajos (Frake *et al.*, 2009).

Hood y Miller (2005), probaron un tubo de polivinilo de 3.5 cm de diámetro como piquera, que colocaron a 20 cm arriba del fondo de la colmena, para bajar las poblaciones del PEC; esto redujo la cría de las abejas, por lo que no es recomendable cambiar la piquera a la parte superior, en áreas donde el PEC está bien establecido causando problemas, ya que la disminución de la cría puede reflejarse en colmenas menos productivas y disminución de actividades de polinización. Spiework *et al.* (2008), recomiendan evitar establecer apiarios en zonas forestales porque son potencialmente más atractivos al PEC y las colmenas pueden tener altas infestaciones.

Químico.

Coumafos al 10 %, en tiras de plástico colocadas en la parte baja de las colmenas, mata al 90 % de larvas y adultos del PEC (Elzen *et al.*, 1999; Kochansky *et al.*, 2001). Es recomendable fumigar bastidores almacenados con paradiclorobenceno (Glinski *et al.*, 2001).

Piretroides, extractos de plantas y Checkmite varían en toxicidad en las distintas etapas del ciclo de vida del PEC. Apistán es tóxico para las larvas, pero inocuo para los adultos; Apilife afecta el movimiento de las larvas y Checkmite mata a larvas y adultos. Los tres acaricidas afectan la duración de la pupación (Ellis y Delaplane, 2007).

Las poblaciones del PEC se abaten de manera importante utilizando tártaras hechas de azúcar en polvo y granulada, más vegetales, pero desafortunadamente

afectan también a las abejas, por lo que no se recomienda su uso en colmenas (Elzen *et al.*, 2002).

Blanqueadores que se usan en las casas matan al 100 % de las larvas del PEC en cuatro horas, mientras que detergentes matan al 85 % de las larvas en 24 horas. Los bastidores tratados con blanqueador y detergente permanecen repelentes por al menos 24 horas. Dado que el blanqueador es un producto seguro y rápido para matar escarabajos, se recomienda para controlar larvas del PEC en miel, casas y para rescatar bastidores infestados con larvas del escarabajo (Park *et al.*, 2002).

Biológico.

Las larvas del PEC son susceptibles a los nemátodos *Heterorhabditis megidis*, *Sterneinema carpocapsae* y *S. riobrave*, siendo menor para *S. riobrave*, aunque no hay diferencias significativas en virulencia (Cabanillas y Elzen, 2006). *Bacillus thuringiensis* Var. aizawai (B401(R)); *B. thuringiensis* Var. kurstaki (Novodor(R)) y *B. thuringiensis* Var. San Diego tenebrionis (Jackpot(R)), no tienen efecto sobre *A. tumida* (Buchholz *et al.*, 2006).

La mortalidad del PEC incrementa de manera importante con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* Variedad *anisopliae* pero no con los grupos de *H. illustris* y *anisopliae* (Murrle *et al.*, 2006).

Aspergillus flavus y *A. niger*, hongos del suelo, atacan insectos y afectan significativamente la eclosión del PEC, cuando, como larvas, tuvieron contacto con larvas muertas que habían ingerido estos hongos vía alimento. (Ellis *et al.*, 2004b).

A. flavus produce compuestos carcinogénicos y ambas especies enferman a las abejas, por lo que no es recomendable utilizarlos en un programa de control del PEC (Ellis *et al.*, 2004b). *Aspergillus flavus* mató 38 % de pupas del PEC y *A. flavus*

46 %. Este último es un patógeno generalista que infecta a muchos insectos y algunas plantas y animales, por lo que no puede ser considerado como un micoinsecticida.

Larvas del PEC expuestas a tierra diatomácea observadas en un microscopio electrónico, mostraron laceraciones en la cutícula de todos los segmentos abdominales, en la mayoría de los segmentos torácicos y también en las patas medias y traseras (Richards *et al.*, 2005).

Un control potencial para el PEC es incrementar la eficiencia del comportamiento de encapsulación de las abejas a través de programas de reproducción (Ellis *et al.*, 2003a).

Ellis (2005b), comenta que la investigación ha permitido avanzar en el conocimiento de la biología y comportamiento del PEC, pero que hay necesidad de orientar investigación para su control, a través de un manejo eficiente que no impacte negativamente al ambiente, lo cual es un objetivo para cualquier esquema de manejo integrado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Seguimiento a la Presencia de *A. tumida* y de Nitidulidos en el Estado de Coahuila

Para dar seguimiento a la presencia de *A. tumida* en Coahuila, se programaron muestreos mensuales en campo, a partir de enero de 2010, actuando principalmente en los municipios ubicados en la zona norte del Estado de Coahuila, donde la presencia del PEC está confirmada.

Desgraciadamente, los muestreos solo se pudieron realizar hasta el mes de junio, debido a que el huracán Alex, que se presentó del 25 de junio al primero de julio, destruyó puentes, carreteras y caminos de acceso a ranchos, impidiendo el acceso a las trampas, y también por la falta de seguridad, en carreteras y brechas.

Para el propósito, se utilizaron los siguientes atrayentes de adultos de Nitidulidae y en su caso de *A. tumida*:

1. Frutas (granos de uva, trozos de melón y de piña),
2. Esencias (30 ml de esencia artificial de melón; 30 ml de esencia artificial de piña; 30 ml de esencia artificial de ron; una pisco de levadura de cerveza (1g); 10 litros de jarabe 1:1 (5 kg de azúcar más 5 L de agua) y
3. Complemento alimenticio proteico (levadura de cerveza-polen-miel).

Estos materiales se colocaron en las siguientes cinco localidades:

1. Rancho el Vergel, (Municipio de Hidalgo),
2. San Carlos (Municipio de Jiménez),
3. Rancho Avía (Municipio de Allende),
4. Monclova (solo dos meses) y

5. Campus Buenavista de la UAAAN (Municipio de Saltillo) (Figura 1A).

En cada localidad, se estableció un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones donde se utilizaron trampas hechas de envases de plástico de refrescos gaseosos de dos litros, adecuados para el propósito como sigue: a cada envase se le cortó la parte superior, a 13 cm del taparrosca, para de esta manera obtener un embudo; esta parte cortada (embudo), se colocaba invertida, en la parte superior restante del envase, de tal forma que quedara lo más sellada posible para evitar la salida o escape de cualquier insecto atraído y atrapado (Figura 1B).

Las trampas así construidas, posteriormente se colocaban paradas en aberturas circulares del tamaño del diámetro de los envases, hechas en material de hielo seco de 9 cm de grueso colocado en el fondo de rejas de madera (Figura 1C).

En el interior de los envases de plástico (trampas), se colocaban los atrayentes. Todas las rejas conteniendo cuatro botellas de plástico, cada una con los respectivos atrayentes y testigo, se cubrían con plástico negro de bolsas, excepto las aberturas de los envases para permitir la presencia de insectos y en su caso, atraparlos (Figura 1D, E).

Estas trampas, una vez distribuidas y colocadas en cada localidad, se revisaban en promedio cada mes, para recogerlas y sustituirlas por otras nuevas. Las trampas que se recogían, se trasladaban el mismo día, debidamente protegidas, al laboratorio de Taxonomía de Insectos y Ácaros del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

De cada trampa (botella de plástico), se extraían con mucho cuidado, y las precauciones del caso, para evitar cualquier posible escape, los insectos capturados, que se colocaban en frascos de plástico transparente de 100 cm cúbicos, debidamente etiquetados (colector, fecha, localidad, atrayente), que contenían

alcohol etílico-agua destilada al 70%. Posteriormente, se separaban los nitidulidos capturados para su identificación a nivel de género, utilizando las claves de Habeck (2002).

Además de lo anterior, en el Rancho el Vergel, como complemento al muestreo general comentado, se aprovechó la existencia de una fuente de agua vacía, hecha de piedra, en la cual se ponían los atrayentes, colectando los insectos presentes con pincel y pinzas, colocándolos en frascos de plástico transparente de 100 cc que contenían alcohol etílico-agua al 70%, debidamente etiquetados.

Como complemento, se colocó una colmena de *Apis mellifera* sana, es decir, sin la presencia de ninguna plaga, a más o menos 100 m de la rivera mexicana del Río Bravo del Norte, misma que se observó en cada visita, durante dos meses, buscando la presencia de *A. tumida*. De todos los insectos colectados en las diferentes localidades, se separaron los coleópteros de la familia Nitidulidae, con los datos de campo para no perder su identidad. Este último material se identificó a nivel de género, para así hacer efectivo el objetivo de conocer otros Nitidulidae presentes.

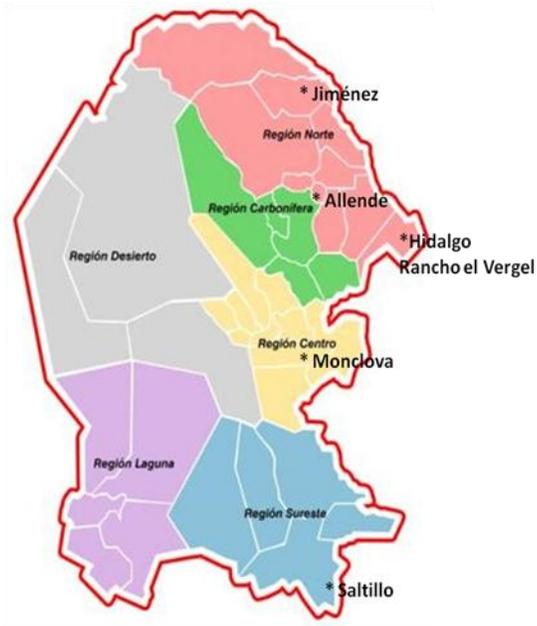
Trampa para Capturar e Inhabilitar Larvas y Adultos de *Aethina tumida*

El Dr. Oswaldo García Martínez y el M.V.Z. Teodoro Saldaña Ortiz diseñaron y construyeron una trampa de madera para utilizarse dentro de las colmenas, con las siguientes dimensiones: ancho 41, cm; largo, 51 cm; alto, 8 cm; 3 cm de piqueta (Figura 2A). Esta trampa en su parte superior se cubre con tela metálica de 5 mm de diámetro (abertura), para que puedan pasar las larvas y los adultos de *A. tumida*, pero no las abejas.

La trampa se coloca entre la cámara de cría y el piso de la colmena, y puede ser extraída con mucha facilidad por la parte posterior de la colmena (Figura 2B, C). Sobre el piso de la trampa se coloca una cartulina negra, de las mismas dimensiones del fondo de la trampa, que se impregna con suficiente material pegajoso conocido como adhesivo SEHU-TAK, de tal manera que quede una película suficiente del pegamento (Figura 2D, E).

La cartulina untada con el pegamento, se puede reemplazar cada 8-15 días, buscando que no se reseque y pierda la capacidad de atrapar tanto a larvas como adultos del escarabajo. Además, en el centro del fondo de esta trampa, se coloca una tortilla de 8 cm de diámetro por 2 cm de grueso hecha con un atrayente constituido de polen y miel de abeja, con el objeto de atraer a los adultos (Figura 2 F). A esta trampa se le denominó “Narro”

Con el objetivo de realizar una prueba preliminar con la trampa Narro, el 29 de mayo de 2010 se colocaron tres en el apiario Ríos, ubicado en San Carlos, Jiménez, Coahuila; luego, el primero de junio del mismo año, se colocaron tres más y el primero de julio, once más, incrementando así un total de 17, que estuvieron activas hasta el cuatro de septiembre de 2010, consignando los datos de capturas, tanto de larvas como de adultos.



A



B



C



D



E

Figura 1.- 1A Localidades de muestreo para adultos de *Aethina tumida* en el Estado de Coahuila; 1B trampa de plástico con embudo invertido; 1C reja de madera con fondo de hielo seco de 9 cm de altura con hoyos para colocar y sostener las trampas; 1D, E reja de madera y trampas de plástico cubiertas con plástico negro.



A



B



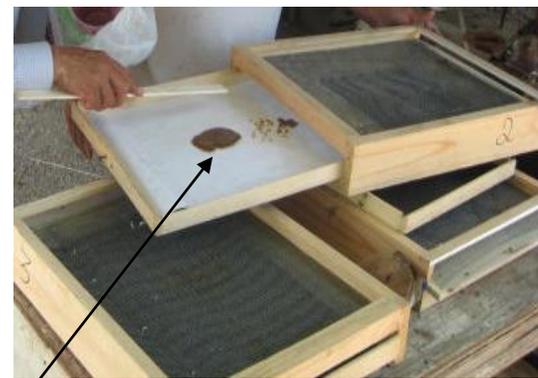
C



D



E



F

Figura 2.- 2A Trampa Narro; 2B, C colocación de la trampa entre cámara de cría y piso de la colmena; 2D, E cartulina negra en el piso de la trampa con adhesivo SEHU-TAK; 2F tortilla de atrayente polen-miel de abeja de 8x2 cm de diámetro y grueso, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Seguimiento a *Aethina tumida*

En la trampa de reja con los tres atrayentes evaluados, no se capturaron especímenes del PEC, pero sí de otras especies de nitidulidos, (dado lo anterior no hubo oportunidad de aplicar un análisis estadístico). Al respecto, Spiewok *et al.* (2007), comentan que la distribución del PEC en un área es influenciada por los apiarios que tienen más escarabajos, y que entre las colmenas, la distribución del escarabajo no es al azar. Elzen *et al.* (1999) y Ellis *et al.* (2002), explicitan que los adultos del PEC, además de polen, miel, larvas y huevos de *A. mellifera*, pueden alimentarse de frutas, aunque en menor proporción, siendo raro ver adultos en cajas de frutas. Bucholz *et al.* (2008), observaron que las frutas, tienen poca importancia para su atracción cuando hay colmenas disponibles.

El hecho de que no se hayan colectado en las trampas adultos del escarabajo, puede explicarse en función de las observaciones que hacen los autores antes referidos, es decir, los adultos del PEC prefirieron consumir miel, polen, etcétera, que tuvieron disponibles tanto en el rancho El Vergel, donde estaba un nido silvestre muy activo de *A. mellifera* junto a donde se colocaron trampas y en Allende, por la presencia de colmenas utilizadas para polinizar siembras de sandía.

Es importante comentar, que en el Rancho el Vergel se colocó una colmena sin la presencia del PEC, misma que al revisarse un mes después, ya tenía adultos del escarabajo, lo que confirma su preferencia a esta, que a las frutas colocadas como atrayentes en las trampas.

Es necesario comentar, que al momento, *A. tumida*, está presente no solo en el norte del estado, sino también en el centro, ya que muestreos realizados por personal de la SAGARPA-Coahuila en el municipio de Monclova, así lo indica. En la región sur de Coahuila, al momento, no se ha demostrado la presencia del PEC.

Cabe señalar que durante Agosto en N.L. y Octubre en Tamaulipas, de 2010, técnicos de la SAGARPA que laboran en estos estados, constataron su presencia en colmenas de *A. melífera* ubicadas en estos estados (reunión de trabajo realizada en la SAGARPA-Nuevo León, en Noviembre de 2010).

Prueba Preliminar de la Trampa Narro

Como ya se comentó, la trampa Narro utiliza un adhesivo y polen-miel para atrapar larvas y adultos del PEC, respectivamente, dentro de las colmenas. A continuación se pormenoriza información al respecto.

Larvas.

Cuadro 1.- Fechas, número de muestreos, de trampas y de larvas de *Aethina tumida* capturadas con la trampa Narro, en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.

Fechas	Muestreos	Número de	
		Trampas	Larvas
29 May	1	3	4
30 May	2	3	4
31 May	3	3	10
1 Jun	4	6	60
22 Jun	5	6	15
27 Jun	6	6	13
30 Jun	7	6	7
18 Jul	8	17	402
1 Ago	9	17	65
4 Ago	10	17	7
12 Ago	11	17	136
24 Ago	12	17	53
28 Ago	13	17	1
4 Sep	14	17	2
May – Sep	14	17	779

En el Cuadro 1 se aprecia que en 14 muestreos realizados del 29 de Mayo al 4 de Septiembre, y utilizando 3, 6, y 17 trampas respectivamente, se capturaron 779 larvas del escarabajo, siendo 1 y 402 los límites mínimo y máximo de captura respectivamente. Esta última ocurrió el 18 de Julio, utilizando 17 trampas; el 12 de Agosto, la trampa atrapó 136 larvas.

Con información del Cuadro 1, se construye el Cuadro 2.

Cuadro 2.- Fechas de colecta, número de trampas, días y capturas máximas y mínimas de larvas de *Aethina tumida*, en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.

Fechas de Colecta	Número de			Capturas	
	Trampas	Días	Larvas	Máxima	Mínima
29 - 31 May	3	3	18	10	4
1 - 30 Jun	6	30	95	60	7
1 Jul - 4 Sep	17	29	666	404	1

El Cuadro 2 permite observar que durante 3 días se utilizaron tres trampas; durante 30, seis y durante 66 (31 días de julio, 31 de agosto y 4 de septiembre), 17 trampas, respectivamente, apreciándose que a mayor número de trampas y días de exposición de las mismas, se capturaron más (18, 95, 666), y que las capturas máximas y mínimas variaron notablemente.

Cuadro 3.- Periodos de captura, número de trampas, promedio de capturas por trampa y día de larvas de *Aethina tumida*, en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.

Periodos de Captura	Número		Capturas	
	Trampas	Larvas	Promedio/trampa	Día
29 – 31 de May	3	18	6	6.60
1 – 30 de Jun	6	95	15.83	3.16
1 Jul - 4 Sep	17	666	39.17	10.09
99 días	17 trampas	779 larvas	20.34	7.86

De acuerdo al Cuadro 3, en 99 días de exposición para capturas, utilizando como máximo 17 trampas, cada una de ellas capturó en promedio 20.34 larvas del escarabajo, siendo la captura, por trampa por día, de 6.6, 3.1 y 10, cuando se utilizaron 3, 6 y 17 trampas respectivamente; el valor promedio de captura de larvas de *A. tumida*, por trampa por día, fue de 7.86.

Adultos.

Cuadro 4.- Fechas, número de muestreos, de trampas y de adultos de *Aethina tumida* capturados con la trampa Narro, en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.

Fechas	Muestreos	Número de	
		Trampas	Adultos
29 May	1	3	14
30 May	2	3	19
31 May	3	3	10
1 Jun	4	6	6
22 Jun	5	6	12
27 Jun	6	6	37
30 Jun	7	6	42
18 Jul	8	17	68
1 Ago	9	17	73
4 Ago	10	17	292
12 Ago	11	17	152
24 Ago	12	17	21
28 Ago	13	17	11
4 Sep	14	17	7
May – Sep	14	17	764

De acuerdo al Cuadro 4, en 14 muestreos realizados del 29 de Mayo al 4 de Septiembre, y utilizando 3, 6, y 17 trampas respectivamente, estas capturaron un total de 764 adultos del escarabajo, siendo los límites mínimo y máximo de captura 6 y 292 respectivamente. Esta última ocurrió el 4 de agosto, utilizando 17 trampas; el 12 de Agosto, la trampa capturó 152 adultos.

Con información del Cuadro 4, se construye el Cuadro 5.

Cuadro 5.- Fechas de colecta, numero de trampas, días y capturas máximas y mínimas de adultos de *Aethina tumida*, en San Carlos, Coahuila. 2010.

Fechas de Colecta	Número de			Capturas	
	Trampas	Días	Adultos	Máxima	Mínima
29 -31 May	3	3	43	19	10
1 - 30 Jun	6	30	97	42	6
1 Jul - 4 Sep	17	29	624	299	11

El Cuadro 5 permite observar que durante 3 días se utilizaron tres trampas; durante 30, seis y durante 66, 17 trampas respectivamente, apreciándose que a mayor número de trampas y días de exposición de las mismas, hubo mayor número de capturas de adultos; (43, 97 y 624) y que las capturas máximas y mínimas variaron notablemente.

Cuadro 6.- Períodos de captura, número de trampas, promedio de capturas por trampa y día de adultos de *Aethina tumida*, en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.

Periodos de captura	Número		Capturas	
	Trampas	Adultos	Promedio/trampa	Día
29 – 31 de May	3	43	14.33	14.33
1 – 30 de Jun	6	97	16.16	3.23
1 Jul – 4 Sep	17	624	36.70	9.45
99 días	17 trampas	764 adultos	22.40	7.71

De acuerdo al Cuadro 6, en 99 días, utilizando como máximo 17 trampas, cada una de ellas capturó en promedio 22.40 adultos del escarabajo, siendo la captura, por trampa por día, de 14.3, 3.2 y 9.4, cuando se utilizaron 3, 6 y 17 trampas respectivamente, y el valor promedio de captura de 7.71 adultos de *A. tumida*, por trampa por día.

Larvas y adultos.

Cuadro 7.- Fechas de muestreo y número de trampas, larvas y adultos de *Aethina tumida* colectados con la trampa Narro en San Carlos, Jiménez, Coahuila. 2010.

Fechas	Número			
	Muestreos	Trampas	Larvas	Adultos
29 May	1	3	4	14
30 May	2	3	4	19
31 May	3	3	10	10
1 Jun	4	6	60	6
22 Jun	5	6	15	12
27 Jun	6	6	13	37
30 Jun	7	6	7	42
18 Jul	8	17	402	68
1 Ago	9	17	65	73
4 Ago	10	17	7	292
12 Ago	11	17	136	152
24 Ago	12	17	53	21
28 Ago	13	17	1	11
4 Sep	14	17	2	7
99 días	14	17	779	764
			$779/99=7.8$	$764/99=7.7$
			$1543/99=15.58$	

Para comparar el número de capturas de larvas y adultos de *A. tumida*, se presenta el Cuadro 7, en el cual se aprecia que en nueve de los 14 muestreos se registraron más larvas que adultos, colectando 15 larvas más (779), que adultos (764); hubo muy poca diferencia en el promedio de registros por fecha de muestreo (7.8 para larvas y 7.7 para adultos). El total de larvas y adultos atrapados(a) por el pegamento de las trampas fue de 1543, lo que significa un promedio de 15.5 individuos por día.

Actualmente, en el Estado de Coahuila, para declarar positiva o negativa a una colmena de la presencia del PEC, se requiere destaparla y observar con mucho

cuidado su interior, para detectar la presencia de adultos; si esto ocurre, entonces se reporta como positiva.

Cabe comentar, que con el objeto de indagar a este respecto, se observó en laboratorio, con microscopio de disección, cada celdilla de un bastidor con miel; en un primer esfuerzo, por localizar larvas y adultos, estos estadios no se detectaron, pero pasados aproximadamente 45 minutos, en un segundo intento, fue evidente la presencia de un adulto y larvas. Este hecho significa que al inspeccionar una colmena de la manera tradicional, sin que se observen adultos, no significa, necesariamente, que la plaga no esté presente.

Al respecto, Spiework *et al.* 2007, comentan que la importancia del PEC ha hecho necesario generar un método seguro y rápido para su detección, que permita conocer el nivel de infestación y determinar fluctuaciones poblacionales. La trampa Narro tiene estos propósitos.

Dowd *et al.* (1992), mencionan que existen muchos tipos de trampas para atrapar insectos, variando estas en color y mecanismos de captura. Las primeras trampas que se desarrollaron eran de tipo embudo y de tubos, así como de materiales pegajosos.

En relación al PEC, Nolan y Hood (2008), Hood y Miller (2003), Hood (2006), Levot (2008), Neumann y Hoffmann (2008), Torto *et al.* (2007), Ward *et al.* (2007), entre otros, han trabajado sobre atrayentes y tipos de trampas para dar seguimiento a esta plaga, no encontrando antecedentes del uso de un pegamento para la detección y manejo de *A. tumida*, el cual tiene la ventaja de ser inocuo, y por lo mismo, no afecta a huevecillos, larvas, pupas y adultos de *A. mellifera*, ni contamina o afecta a la miel, cera y polen en las colmenas.

Los datos de capturas, de larvas y adultos, que se presentaron en los diferentes cuadros, resultan, como se dijo, de una prueba preliminar de la trampa Narro, es decir, no se utilizaron procedimientos estadísticos. Independiente a lo anterior, y en función de la información obtenida, se puede afirmar que la trampa si captura a estos dos estadios de la plaga.

Para el caso de las larvas, una vez que están sobre el pegamento, aunque se mueven, es difícil que se salgan del entorno pegajoso. No es el caso para los adultos, ya que estos, dependiendo de la viscosidad del material, si podrían desprenderse, hecho que se observó cuando se utilizó un pegamento demasiado endurecido.

Lo anterior es importante, porque pudo darse el caso de que adultos ya atrapados en las trampas, hayan podido escapar, lo que hace ver que se debe de tener el cuidado de utilizar la viscosidad adecuada, a fin de evitar escapes.

Los datos obtenidos señalan mucha variabilidad en las capturas de larvas y adultos; obviamente esto estuvo en función del número de trampas y días de exposición. Además, el PEC puede detectar colonias estresadas de abejas hasta 13 a 16 km (Spiewok *et al.*, 2008), y tiene un alto potencial reproductivo cuando se alimenta en productos de las abeja (Murrle y Neumann, 2004).

Spiewok *et al.*, (2007), observaron que la distribución del PEC en un área es influenciada por los apiarios que tienen más escarabajos, y entre colmenas, su distribución no es al azar; de acuerdo a Ellis y Delaplane (2006), en la dispersión inicial del PEC, dentro de las colonias, no hay influencia del hábitat reproduciéndose a bajos niveles en colmenas que al parecer no tienen daño (Spiewok y Neumann, 2006b).

La re infestación de colonias sanas que se ubican dentro de los apiarios infestados es alta (95 %), reflejando que hay mucho intercambio de escarabajos entre las colmenas (Ellis *et al.*, 2002).

Todos estos aspectos también pueden ayudar a explicar la variabilidad en los datos de captura, considerando además, que la longevidad y reproducción del PEC son más altos cuando se alimentan en las colmenas (Ellis *et al.*, 2002).

Aunque no hay antecedentes de la presencia del PEC en el área de estudio, puede decirse que el número capturado es alto, e indicativo de poblaciones importantes, tanto de larvas dentro de las colmenas, como de adultos fuera de estas.

Dado el hecho de que el ciclo de vida del PEC, requiere que las larvas salgan de la colmena para pupar en el suelo, es obvio que los adultos capturados no provenían de las colmenas en la que se colocó la trampa Narro, sino de los emergidos fuera de estas.

La información generada refleja que para la captura, es importante el número de trampas y los días de exposición. Para el caso, la trampa Narro puede colocarse en cada colmena de un apiario y mantenerla activa permanentemente, ya que es fácil de hacer, de uso práctico, con un costo actual de \$ 170.00 M/N, mismo que puede reducirse significativamente manufacturándola con materiales plásticos.

Aunque el promedio diario de capturas de larvas y de adultos fue prácticamente igual (7.8 y 7.7), esta prueba preliminar indica que se atraparon 15.5 individuos por día, dato que puede ser un referente inicial en el área de estudio, para evaluar si la densidad poblacional del PEC aumenta o disminuye.

Se hace necesario, ahora, investigar la trampa, con elementos de estadística, para evaluarla en términos de efectos en la población del escarabajo y como posible constituyente de un programa de manejo integrado de la plaga.

Géneros de Nitidulidae.

Cuadro 8.- Géneros de Nitidulidae colectados en trampas de rejillas con fruta en el Estado de Coahuila. 2010.

Género	Fecha de colecta	Lugar	Trampa con
<i>Urophorus</i>	25/02/2010	Allende, Coah.	Piña, uva y melón
<i>Urophorus</i>	25/02/2010	Allende, Coah.	Agua (testigo)
<i>Urophorus</i>	15/03/2010	Allende, Coah.	Piña, uva y melón
<i>Urophorus</i>	15/03/2010	Allende, Coah.	Piña, uva y melón
<i>Urophorus</i>	15/03/2010	Hidalgo, Coah. (Rancho el Vergel)	Esencias
<i>Carpophilus</i>	15/03/2010	Hidalgo, Coah. (Rancho el Vergel)	Esencia
<i>Carpophilus</i>	25/02/2010	Jiménez, Coah. (San Carlos)	Piña, uva y melón
<i>Carpophilus</i>	15/03/2010	Hidalgo, Coah. (Rancho el Vergel)	Esencia
<i>Carpophilus</i>	25/02/2010	Allende, Coah.	Piña, uva y melón
<i>Cryptarcha</i>	15/03/2010	Allende, Coah.	Piña, uva y melón
<i>Cryptarcha</i>	25/02/2010	Allende, Coah.	Agua (testigo)
<i>Cryptarcha</i>	15/03/2010	Allende, Coah.	Piña, uva y melón
<i>Conotelus</i>	25/02/2010	Allende, Coah.	Piña, uva y melón

El Cuadro 8 explicita que se colectaron los géneros *Urophorus*, *Carpophilus*, *Cryptarcha* y *Conotelus*. Al respecto, Habeck (2002), detalla que del género *Urophorus* Murray 1964, se conoce solo 1 sp., siendo ésta *U. humeralis* (Fabricius, 1978), misma que se ha reportado en todo el mundo, incluyendo el sureste de los Estados Unidos de Norte América.

De *Carpophilus*, Stephens, (1830), se han reportado 32 spp., las cuales tienen distribución general. De *Cryptarcha*, Shuckard, (1839), se conocen 5 spp., que tienen

distribución general y del género *Conotelus*, Erichson, (1942), se conocen 4 spp., mismas que tienen una amplia distribución, excepto en el Noroeste del Pacífico.

En México, Rodríguez, *et al.* (1998), estudiaron a *Carpophilus freemani* en maíces de Tamaulipas. La presencia de los géneros *Urophorus*, *Carpophilus*, *Cryptarcha* y *Conotelus*, son los primeros reportes para el Estado de Coahuila.

Dada la importancia de los nitidulidos es prudente investigar que especies hay en Coahuila, donde están, que están haciendo y de que hongos son vectores.

CONCLUSIONES

1. Las trampas con atrayente de frutas (uva, melón y piña), esencias (melón, ron, piña y jarabe), y polen-miel, no capturaron adultos de *Aethina tumida*, por lo que su uso para dar seguimiento al pequeño escarabajo de las colmenas, no es recomendable.
2. Estas trampas capturaron a individuos de los géneros *Urophorus*, *Carpophilus*, *Cryptarcha* y *Conotelus* de la familia Nitidulidae, por lo que pueden ser útiles para coleccionar especímenes de esta importante familia.
3. La trampa Narro que utiliza un pegamento y polen-miel, es efectiva para capturar larvas y adultos de *Aethina tumida*, siendo útil para monitorear al escarabajo dentro de las colmenas, y puede utilizarse, además, como un elemento práctico para diagnosticar la presencia de la plaga.

LITERATURA CONSULTADA

- Arbogast, R.T., B. Torto, S. Willms and P.E. A. Teal. (2009). Trophic habits of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae): their adaptive significance and relevance to dispersal. *Environ. Entomol.* 38(3): 561-568.
- Arnet, R. H. Jr., and M. C. Thomas. (2001). *American Beetles*. Volume 1. CRC Press. P1.
- Benda, N.D., D. Boucias, B. Torto and P. Teal. (2008). Detection and characterization of *Kadamaea ohmeri* associated whit small hive beetle *Aethina tumida* infesting honey bee hives. *J. Apic. Res. and Bee World* 47(3): 194-201.
- Borror, D. J. and R. E. White. (1970). *Insects*. Peterson Field Guides. 404 Pp.
- Buchholz, S., P. Neumann., K. Merkel and H. R. Hepburn. (2006). Evaluation of *Bacillus thuringiensis* Berliner as an alternative control of small hive beetles, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera : Nitidulidae). *J. Pest Sci.* 79, 251-254.
- Buchholz, S., M.O. Shafer, S. Spiewok, J.S. Pattis, M. Duncan, W. Ritter, R. Spooner-Hart and P. Neumann. (2008). Alternative food sources of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *J. Apic. Res. and Bee World* 47(3): 202-209.
- Cabanillas, H.E. and P.J. Elzen. (2006). Infectivity of entomopathogenic nematodes (Sterneinematicidae and Heterorhabditidae) against the small hive beetle *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae). *J. Apic. Res. and Bee World* 45(1): 49-50.
- De Guzman, L. I. and A. M. Frake. (2007). Temperature affects *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) development. *J. Apic. Res.* 46(2): 88-93.

- De Guzman, L.I., A.M. Frake and T.E. Rinderer. (2008). Detection and removal of broad infested with eggs and larvae of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray) by russian honey bees. J. Apic. Res. and Bee World 47(3): 216-221.
- Dowd, P. F., Bartelt, R. J. and Wicklow, D.T. (1992). Novel insect trap useful in capturing sap beetles (Coleoptera: Nitidulidae) and other flying insects. J. Econ. Entomol. 85(3): 772-778.
- Ellis, Jr. J. D., P. Neumann, R. Hepburn and P.J. Elzen. (2002). Longevity and reproductive success of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulide) fed diferent natural diets. J. Econ. Entomol. 95(5): 902-907.
- Ellis, J.D. H.R. Hepburn., A.M. Ellis, and P.J. Elzen. (2003a). Prison construction and guarding behaviour by european honeybees is dependent on inmate small hive beetle density. Naturwissenschaften, 90: 382-384.
- Ellis, J.D., H.J. Holland, R. Hepburn, P, Neumann and P.J. Elzen. (2003b) Cape (*Apis mellifera capensis*) and european (*Apis mellifera*) honey bee guard age and duration of guarding small hive beetles (*Aethina tumida*). J. Apic. Res. 42: 32-34.
- Ellis, J.D., R. Hepburn and P.J. Elzen. (2004a). Confinement behavior of cape honey bees (*Apis mellifera capensis* Esch.) in relation to population densities of small hive beetles (*Aethina tumida* Murray). J. Ins. Behavior, 17: 835-842.
- Ellis, J.D., R. Hepburn, B. Luckman and P.J. Elzen. (2004b) Effects of soil type, moisture, and density on pupation success of *Aethina tumida* (Coleoptera : Nitidulidae). Env. Ent, 33: 794-798.
- Ellis, J.D., R. Hepburn and P.J. Elzen. (2004c) Confinement of small hive beetles (*Aethina tumida*) by cape honeybees (*Apis mellifera capensis*). Apidologie, 35: 389-396.

- Ellis, J.D., K.S. Delaplane, C.S. Richards, R. Hepburn, J.A. Berry and P.J. Elzen. (2004d) Hygienic behavior of cape and european *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) toward *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) eggs oviposited in sealed bee brood. *Ann. Ent. Soc. of America*, 97: 860-864.
- Ellis, J.D., H.I. Rong, M.P. Hill, H.R. Hepburn, and P.J. Elzen. (2004e) The susceptibility of small hive beetle (*Aethina tumida* Murray) pupae to fungal pathogens. *Am. Bee J.* 144: 486-488.
- Ellis, J.D. (2005a) Reviewing the confinement of small hive beetles (*Aethina tumida*) by western honey bees (*Apis mellifera*). *J. Apic. Res. Bee World* 86: 56-62.
- Ellis, J.D. (2005b) Progress towards controlling small hive beetles with IPM: Knowing our options - Part I of two parts. *Am. Bee J.* 145: 115-119.
- Ellis, J.D. and K.S. Delaplane. (2006). The effects of habitat type, ApilifeVar (TM), and screened bottom boards on small hive beetle (*Aethina tumida*) entry into honey bee (*Apis mellifera*) colonies. *Am. Bee J.* 146: 537-539.
- Ellis, J.D. and H. R. Hepburn. (2006). An ecological digest of the small hive beetle (*Aethina tumida*), un symbiont in honey bee colonies (*Apis mellifera*). *Insect. Soc.* 53: 8-9.
- Ellis, J. D. and K. S. Delaplane. (2007). The effects of three acaricides on the developmental biology of small beetles (*Aethina tumida*). *J. Apic. Res. and Bee World* 46 (4): 256-259.
- Ellis, J.D. and K.S. Delaplane. (2008). Small hive beetle (*Aethina tumida*) oviposition behavior in sealed brood cells with notes on the removal of the cell contents by european honey bees (*Apis mellifera*). *J. Apic. Res. and Bee World* 47(3): 210-215.

- Elzen, P. J., J. R. Baxter, D. Westervelt, Ch. Randal, K. S. Delaplane, L. Cutts and W.T. Wilson. (1999). Field control and biology studies on a new pest species *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae), attacking european honey bees in the western hemisphere. *Apidologie* 30: 361-366.
- Elzen, P.T.; J.R. Baxter; D. Westervelt, Ch. Randall and W. T. Wilson. (2000). A Scientific Note on Observations of the Small Hive Beetle *Aethina tumida* Murray (Coleoptera, Nitidulidae), in Florida, USA. *Apidologie* 31: 593-594.
- Elzen, P.J., D. Westervelt, D. Causey, J. Ellis, H.R. Hepburn and P. Neumann. (2002) Method of application of Tylosin, an antibiotic for american foulbrood control, with effects on small hive beetle (Coleoptera: Nitidulidae) populations. *J. Eco. Ent.* 95: 1119-1122.
- Evans, J.D., J.S. Pettis, and H. Shimanuki. (2000) Mitochondrial DNA relationships in an emergent pest of honey bees: *Aethina tumida* (Coleoptera : Nitidulidae) from the United States and Africa. *Ann. Ent. Soc. Am.* 93: 415-420.
- Evans, J.D., J.S. Pettis, W.M. Hood, and H. Shimanuki. (2003) Tracking an invasive honey bee pest: mitochondrial DNA variation in North American small hive beetles. *Apidologie* 34: 103-109.
- Evans, J.D., S. Spiewok, E.W. Teixeira and P. Neumann. (2008). Microsatellite loci for the small hive beetle, *Aethina tumida*, a nest parasite of honey bees. *Mol. Ecol. Res.* 8: 698-700.
- Frake, A.M., L.I. De Guzman and T.E. Rinderer. (2009). Comparative resistance of russian an italian honey bees (Hymenoptera: Apidae) to small hive beetles (Coleoptera: Nitidulidae). *J. Econ, Entomol.* 102(1): 13-19.

- Glinski, Z., K. Kostro and E. Klimek. (2001) *Aethina tumida* - parasite and scavenger of the honeybee. *Medycyna Weterynaryjna*, 57: 315-317.
- Habeck, D.H. (2002). Nitidulidae Latreille 1802. En *American Beetles*. Volúmen 2. Pp 311-325.
- Hoffmann, D., J.S. Pettis, and P. Neumann. (2008) Potential host shift of the small hive beetle (*Aethina tumida*) to bumblebee colonies (*Bombus impatiens*). *Insectes Sociaux*, 55, 153-162.
- Hood, W.M. and G.A. Miller. (2003) Trapping small hive beetles (Coleoptera : Nitidulidae) inside colonies of honey bees (Hymenoptera : Apidae). *Am. Bee J.* 143: 405-409.
- Hood, W.M. and G.A. Miller. (2005). Evaluation of an upper hive entrance for control of *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) in colonies of honey bees (Hymenoptera: Apidae). *J. Econ. Ent.* 98: 1791-1795.
- Hood, W.M. (2006). Evaluation of two small hive beetle traps in honey bee colonies. *Am. Bee J.* 146: 873-876.
- Kochansky, J., K. Wilzer, and M. Feldlaufer. (2001). Comparison of the transfer of Coumaphos from beeswax into syrup and honey. *Apidologie* 32: 119-125.
- Levot, G.W. (2008). An insecticidal refuge trap to control adult small hive beetle, *Aethina tumida* Murray (Coleoptera : Nitidulidae) in honey bee colonies. *J. Apic. Res.* 47: 222-228.
- Murrle, T., and P. Neumann. (2004). Mass production of small hive beetles (*Aethina tumida* Coleoptera: Nitidulidae). *J. Apic. Res.* 43(2): 144-145.

- Murrele, T.M., P. Neuman, J.F. Dames, H.R. Hepburn and M.P. Hill. (2006). Susceptibility of adult *Aethina tumida* (Coleoptera: Nitidulidae) to entomopathogenic fungi. J. Econ. Entomol. 99(1): 1-6.
- Neumann, P., C.W.W. Pirk, H.R. Hepburn, A.J. Solbrig, F.L.W. Ratnieks, P.J. Elzen and J.R. Baxter. (2001) Social encapsulation of beetle parasites by cape honeybee colonies (*Apis mellifera capensis* Esch.). Naturwissenschaften, 88: 214-216.
- Neumann, P., and P.J. Elzen. (2004). The biology of the small hive beetle (*Aethina tumida*, Coleoptera: Nitidulidae): gaps in our knowledge of an invasive species. Apidologie 35: 229-247.
- Neumann, P., and S. Hartel. (2004). Removal of small hive beetle (*Aethina tumida*) eggs and larvae by african honey bee colonies (*Apis mellifera scutellata*). Apidologie 35: 31-36.
- Neumann, P. and D. Hoffmann. (2008). Small hive beetle diagnosis and control in naturally infested honeybee colonies using bottom board traps and CheckMite plus strips. J. Pest Sci. 8: 43-48.
- Neumann, P. and J. D. Ellis. (2008). The small hive beetle (*Aethina tumida* Murray, Coleoptera: Nitidulidae): distribution, biology and control of an invasive species. J. Apic. Res. and Bee World 47(3): 181-183.
- Nolan, M.R. and W.M. Hood. (2008). Comparison of two attractants to small hive beetles, *Aethina tumida*, in honey bee colonies. J. Apic. Res. 47: 229-233.
- Ortega, R.C., y B.R. Ochoa. (2006). La producción de miel en México. Claridades Agropecuarias-Agronet 10 Pp.

- Park, A.L., J.S. Pettis, and D.M. Caron. (2002). Use of household products in the control of small hive beetle larvae and salvage of treated combs. *Am. Bee J.* 142: 439-442.
- Pettis, J.S. and H. Shimanuki. (2000). Observations on the small hive beetle, *Aethina tumida* Murray, in the United States. *Am. Bee J.* 140: 152-155.
- Richards, C.S., M.P. Hill, and J.F. Dames. (2005). The susceptibility of small hive beetle (*Aethina tumida* Murray) pupae to *Aspergillus niger* (van Tieghem) and *A-flavus* (Link: Grey). *Am. Bee J.* 145: 748-751.
- SAGARPA. (1998). Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. 53 Pp.
- SAGARPA. (2010). Situación actual y perspectiva de la apicultura en México. 52 Pp.
- Shafer, M.O., J.S. Pettis, W. Titter and P. Neumann. (2008). A Scientific on Quantitative Diagnosis of Small Hive Beetles, on the Field. *Apidologie* 39: 564-565.
- Spiewok, S. and P. Neumann. (2006a). Infestation of commercial bumblebee (*Bombus impatiens*) field colonies by small hive beetles (*Aethina tumida*). *Ecol. Ent.* 31: 623-628.
- Spiewok, S. and P. Neumann. (2006b). The impact of recent queen loss and colony phenotype on the removal of small hive beetle (*Aethina tumida* Murray) eggs and larvae by african honeybee colonies (*Apis mellifera capensis* Esch.). *J. Ins. Behavior*, 19: 601-611
- Spiewok, S., J.S. Pettis, M. Duncan, R. Spooner-Hart, D. Westervelt, and P. Neumann. (2007). Small hive beetle *Aethina tumida*, populations I: infestation levels of honeybee colonies, apiaries and regions. *Apidologie* 38: 595-605.

- Spiewok, S., M. Duncan, R. Spooner-Hart, J.S. Pettis and P. Neumann. (2008). small hive beetle, *Aethina tumida* populations II: dispersal of small hive beetle. *Apidologie* 39: 683-693.
- Stanghellini, M.S., J.T. Ambrose, and D.I. Hopkins. (2000). Bumble bee colonies as potential alternative hosts for the small hive beetle (*Aethina tumida* Murray). *Am. Bee J.* 140: 71-75.
- Suazo, A., B. Torto, P.E.A. Teal, and J.H. Tumlinson. (2003). Response of the small hive beetle (*Aethina tumida*) to honey bee (*Apis mellifera*) and beehive-produced volatiles. *Apidologie* 34: 525-533.
- Torto, B., A. Suazo, H. Alborn, J.H. Tumlinson and P.E.A. Teal. (2005). Response of the small hive beetle (*Aethina tumida*) to a blend of chemicals identified from honeybee (*Apis mellifera*) volatiles. *Apidologie* 36: 523-532.
- Torto, B., T.T. Arbogast, D. Van Engelsdorp, S. Willms, D. Purcell, Boucias,D., J.H. Tumlinson, and P.E.A.Teal. (2007). Trapping of *Aethina tumida* Murray (Coleoptera: Nitidulidae) from *Apis mellifera* L. (Hymenoptera: Apidae) colonies with an in-hive baited trap. *Env. Ento.*, 36: 1018-1024.
- Ward, L., M. Brown, P. Neumann, S. Wilkins, J. Pettis, and N. Boonham. (2007). A DNA method for screening hive debris for the presence of small hive beetle (*Aethina tumida*). *Apidologie* 38: 272-280.