



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

**FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LA PALOMILLA
BARRENADORA DE LA SEMILLA DEL AGUACATE,
Stenoma catenifer Walsingham (Lepidoptera:
Elachistidae) UTILIZANDO TRAMPAS DE FEROMONAS
EN LOS ESTADOS DE COLIMA Y JALISCO, MÉXICO**

JONATHAN EDGAR ROMERO CASTAÑEDA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2015

La presente tesis titulada: **FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LA PALOMILLA BARRENADORA DE LA SEMILLA DEL AGUACATE, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) UTILIZANDO TRAMPAS DE FEROMONAS EN LOS ESTADOS DE COLIMA Y JALISCO, MÉXICO** realizada por el alumno JONATHAN EDGAR ROMERO CASTAÑEDA, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:


MAESTRO EN CIENCIAS

FITOSANIDAD


ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR


CONSEJERO:


DR. JULIO SANCHEZ ESCUDERO


ASESOR:


DR. ARMANDO EQUIHUA MARTINEZ

ASESOR:


DR. JUAN CIBRIAN TOVAR

ASESOR:


DR. HECTOR GONZALEZ HERNANDEZ

ASESOR:


DR. ALVARO CASTAÑEDA VILDOZOLA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Mayo 2015.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado para realizar mis estudios de postgrado.

Al Colegio de Postgraduados por la oportunidad de realizar mis estudios.

Al Honorable Consejo Particular que colaboro en este estudio, muchas gracias por dedicar su tiempo, enseñanzas, consejos, paciencia y valioso apoyo.

Al CESAVECOL Y CESAVEJAL.

A toda mi familia, amigos y amigas por su incondicional y valioso apoyo ya que fueron parte fundamental en esta maravillosa experiencia.

A todas aquellas personas que conocí en comunidades inesperadas y también en huertas de aguacate visitadas, que siempre estuvieron dispuestas a abrirnos las puertas de sus hogares, al ser tan generosas, compartidas y amables para realizar el estudio, Muchas gracias a todas estas personas que siempre fueron una fuerte motivación al charlar, aprenderles y convivir con ellas, siempre en gran medida atendiendo a que el estudio marchara lo mejor posible.

DEDICATORIA

Con mucho cariño para la persona que más admiro por su entusiasmo y gran fortaleza la cual es todo un ejemplo, para ti Lucia Castañeda Peralta mi querida madre, dedico este trabajo de investigación con todo mi amor, así como para mi abuela Sofía Peralta Carreón[†] y mi abuelo Samuel Castañeda Reyes, quienes con su ejemplo han impulsado mis metas.

A todas aquellas personas que tuve la fortuna de conocer durante el trayecto de esta investigación, que gracias a su generosidad, entusiasmo, paciencia, compañerismo y solidaridad, logramos al final consolidar una bonita amistad.

“Cuando menos lo esperamos, la vida nos coloca delante un desafío que pone a prueba nuestro coraje y nuestra voluntad de cambio”

Paulo Coelho

CONTENIDO

RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVO GENERAL.....	2
2.1. Objetivo específico	2
III. REVISION DE LITERATURA	3
3.1. Origen del aguacate	3
3.2. Taxonomía de la especie en estudio	4
3.3. Nombres comunes.....	5
3.4. Situación en México.....	5
3.5. Distribución Geográfica	6
3.6. Descripción de la plaga	6
3.7. Biología y Ecología	8
3.8. Plantas hospederas.....	9
3.9. Síntomas	9
3.10. Daños e importancia económica	9
3.11. Manejo.....	11
3.12. Feromona	15
IV. METODOLOGIA.....	18
4.1. Exploración de zona de estudio	18
4.2. Tipo de trampas.....	19
4.3. Colocación y revisión de las trampas	20
4.4. Descripción del área de estudio	21
4.5. Obtención de datos climáticos.....	27
4.6. Análisis de datos	27

V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
5.1.	Fluctuación poblacional de <i>S. catenifer</i> en Colima.....	28
5.2.	Fluctuación poblacional de <i>S. catenifer</i> en Jalisco.....	29
5.3.	Comparación de la fluctuación entre Colima y Jalisco.....	30
5.4.	Relación entre las variables climáticas y la fluctuación poblacional.....	31
VI.	CONCLUSIONES.....	34
VII.	LITERATURA CITADA.....	35

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Stenoma catenifer</i> Walsingham (Foto: M. Hoddle).....	4
Figura 2. Distribución actual en México de <i>Stenoma catenifer</i> (SENASICA, 2015).....	5
Figura 3. Larva de palomilla barrenadora de la semilla del aguacate. (Romero, 2014)...	7
Figura 4. Daños causados por <i>Stenoma catenifer</i> . (Romero, 2013).....	10
Figura 5. Cocones de <i>Apanteles</i> sp. Fuente: Mark Hoddle, 2013.	14
Figura 6. Diagrama de la estructura de la feromona sexual de <i>Stenoma catenifer</i> , (9Z) – 9,13 – tetradecadien - 11 – ynal (Hoddle et al., 2008).....	17
Figura 7. Exploración previa de las huertas de aguacate recorridas en Colima y Jalisco.	18
Figura 8. Trampa tipo ala. Imagen del autor.....	19
Figura 9. Trampa de luz ultravioleta. Imagen del autor.	20
Figura 10. Huertas de estudio en Colima.	21
Figura 11. Distribución de trampas en huerta Tomatillos.	22
Figura 12. Distribución de trampas en la huerta Barragana.	23
Figura 13. Huertas de estudio en Jalisco.	24
Figura 14. Distribución de trampas en la huerta Atenguillo.	25
Figura 15. Distribución de trampas en la huerta Los Figueroas.	26
Figura 16. Numero promedio de adultos capturados (\pm EE) en trampas con feromona sexual sintética de <i>S. catenifer</i> , en huertas de aguacate Hass, Barragana y Tomatillos, municipio de Comala, Colima. 2013-2014.....	29
Figura 17. Numero promedio de adultos capturados (\pm EE) en trampas con feromona sexual sintética de <i>S. catenifer</i> , en huertas de aguacate Hass, Atenguillo y Los Figueroas, municipio de Tonila, Jalisco. 2013-2014.....	30
Figura 18. Promedio mensual (\pm EE) de adultos de <i>S. catenifer</i> recolectados en trampas con feromonas sexuales sintéticas en las huertas de estudio.	31

FLUCTUACIÓN POBLACIONAL DE LA PALOMILLA BARRENADORA DE LA SEMILLA DEL AGUACATE, *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) UTILIZANDO TRAMPAS DE FEROMONAS EN LOS ESTADOS DE COLIMA Y JALISCO, MÉXICO.

Jonathan Edgar Romero Castañeda.

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, 2015.

RESUMEN

La palomilla barrenadora de la semilla del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) es una de las principales plagas y de importancia cuarentenaria del cultivo de aguacate *Persea americana* Mill. Con el objeto de conocer la fluctuación poblacional de *S. catenifer*, se realizaron monitoreos por medio de trampas con la feromona sexual sintética comercial Pherocon CAP® para *S. catenifer*. El estudio de la fluctuación poblacional se llevó a cabo en dos huertas de aguacate Hass por estado de Colima y Jalisco de septiembre de 2013 a septiembre de 2014 en dos huertas de aguacate Hass por estado. Las capturas en las trampas con feromona sexual de esta plaga fueron diferentes entre huertas ($F=7.45$, $gl=4$, $p\leq 0.0001$) con mayores capturas en trampas de *S. catenifer* en los huertos de Colima durante la etapa fenológica de fructificación del aguacate y que coincidió con el periodo de lluvias. El promedio de capturas de *S. catenifer* no mostró una correlación ($r \leq 0.18$, $p \geq 0.08$) con los factores climáticos de temperatura y humedad relativa evaluados.

Palabras clave: *Stenoma catenifer*, aguacate, trampas con feromona sexual sintética.

POPULATION FLUCTUATION BORER MOTH AVOCADO SEED OF *Stenoma catenifer* Walsingham ((Lepidoptera: Elachistidae)) USING PHEROMONE TRAPS IN COLIMA AND JALISCO, MEXICO

Jonathan Edgar Romero Castañeda.

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, 2015.

ABSTRACT

The avocado seed moth borer *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) is a major crop pest and considered as a quarantine pest of *Persea americana* Mill. To study the population fluctuation of *S. catenifer* synthetic sex pheromone Pherocon CAP[®] traps were used. The study was conducted in the states of Colima and Jalisco from September 2013 to September 2014. Two Hass avocado orchards per state were selected. Mean captures of *S. catenifer* adults in sexual pheromone traps were different among study sites ($F = 7.45$, $df = 4$, $p \leq 0.0001$) with higher mean moth captures in the avocado orchards of Colima during the fruit phenological stage, which coincided with the rainy season. The average captures of *S. catenifer* showed no correlation with the evaluated climatic factors such as temperature and relative humidity ($r \leq 0.18$, $p \geq 0.08$).

Keywords: *Stenoma catenifer*, avocado, synthetic sex pheromone traps.

I. INTRODUCCION

México es el principal productor a nivel mundial de aguacate (*Persea americana* Mill.), cultivo originario del continente Americano. Existen tres diferentes razas de aguacate, como la mexicana, guatemalteca y la antillana, con formas, colores, texturas y sabores propios, además de algunas variedades y selecciones locales más consumidas en México como el mexicano, Fuerte y Hass. Esta última variedad tiene la mayor relevancia económica en México, por la superficie sembrada de 168, 113 ha, una superficie cosechada de 144, 243 ha de riego y temporal, así como una producción de 1, 467, 837 ton, también como por los volúmenes que se exportan a varios países de América, Europa y Asia (SIAP, 2015), además de tener al estado de Michoacán como el principal productor a nivel nacional. Sin embargo, la producción de aguacate se enfrenta a problemas fitosanitarios a causa de plagas insectiles, especialmente las consideradas como plagas reglamentadas o cuarentenarias donde se incluye a la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). Este insecto se especializa en árboles de la familia Lauraceae y es una especie nativa de las zonas neotropicales, considerada como una de las plagas más importantes de aguacate en México, Centroamérica y América del Sur (Wysoki *et al.*, 2002). El principal daño económico es causado por la larva en los frutos, ya que se alimenta de la semilla y que puede provocar la caída prematura de la fruta de aguacate. De 1-2 larvas, en promedio, llegan a infestar un fruto, aunque pueden llegar a tener hasta siete u ocho por fruto (Hoddle, 2008b y Nava *et al.*, 2005a). En México, esta plaga puede afectar hasta un 95% de la producción por lo que para su control se recomienda tratamientos mensuales de insecticidas (Wysoki *et al.*, 2002). En algunas regiones de Brasil donde se cultiva aguacate, 100% de la cosecha puede estar infestada con *S. catenifer* (Nava *et al.*, 2005a). En Venezuela, la infestación por larvas de *S. catenifer* puede alcanzar el 80% (Boscán de Martínez y Godoy, 1982). En México *S. catenifer* se presenta en los estados de Colima, Jalisco, Guerrero, Querétaro y Oaxaca (SENASICA, 2015). Es por eso que actualmente en algunos estados productores de aguacate se están usando trampas con feromona sexual, un aldehído insaturado (9Z) – 9,13 –

tetradecadien - 11 – ynal (Millar *et al.*, 2008), como sistema de detección y monitoreo de poblaciones, con lo cual puedan determinar las áreas de distribución o para decidir de ser necesario, los mejores tiempos para iniciar las acciones de control (cultural y/o químico).

II. OBJETIVO GENERAL

Conocer la fluctuación poblacional de la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate (*Stenoma catenifer*) en huertas de aguacate Hass durante un año, mediante trampas con feromona sexual sintética en los estados de Colima y Jalisco.

2.1. Objetivo específico

Comparar la fluctuación poblacional de la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate entre las huertas y los dos estados estudiados.

III. REVISION DE LITERATURA

3.1. Origen del aguacate

AHUACA CUAHUITL; ahuatl = testículo; cuahuitl = árbol: “Árbol de testículos”. Esta es la etimología de esta palabra de origen náhuatl (Róbelo, 1904). El aguacate *Persea americana* Mill (Lauraceae), especie arbórea se originó en Mesoamérica, en la región que incluye el centro de México y Guatemala (William, 1977). Las razas de aguacate Mexicana y Guatemalteca se originaron en México y Guatemala. La raza Antillana probablemente se originó en el sur de México (Yucatán) y en Centroamérica (El Salvador, Nicaragua). Ben-Ya’acov, *et al.* (1995), proponen una cuarta raza, la Costaricensis. La domesticación del aguacate se realizó también en Mesoamérica, y tal vez con el intercambio comercial entre las civilizaciones nativas, el aguacate se distribuyó y adaptó a Centro América y se extendió hasta Colombia, Venezuela, Ecuador y Perú, en donde ya fue encontrado y descrito por los conquistadores españoles. La domesticación del aguacate, agave, maíz, algodón, calabaza, camote y yuca ocurrió en el periodo clásico Maya (Turner y Milksiek, 1984). Smith *et al.* (1992) mencionaron que la emergencia temprana de tres “razas” sugiere que los aguacates se domesticaron y cultivaron a partir de poblaciones silvestres diversas y muy distintas. Los Estados Unidos de América tienen un papel importante en la historia del aguacate moderno. El primer aguacate se plantó en Florida en 1833. En California hay registros del aguacate desde 1848 y en 1871, la primera introducción de árboles de aguacate provenientes de México se plantaron en Santa Bárbara. El aguacate “Fuerte” proveniente de Atlixco, Puebla, México, se plantó junto con otras colecciones en California; solo este árbol sobrevivió a una fuerte helada en 1913 y por eso se le dio el nombre de “Fuerte”. Este cultivar creó la industria del aguacate de California. Años más tarde, al final de la década de los 20s, se originó el cultivar Hass, el más popular en California y en el mundo, se seleccionó por casualidad de un grupo de plántulas para injertar y establecer una plantación por el Sr. Rudolph Hass.

3.2. Taxonomía de la especie en estudio

Clase: Insecta

Orden: Lepidóptera

Familia: Elachistidae

Género: *Stenoma*

Especie: *Stenoma catenifer* Walsingham (**Fig. 1**)



Figura 1. *Stenoma catenifer* Walsingham (Foto: M. Hoddle).

3.3. Nombres comunes

- Palomilla barrenadora del hueso del aguacate.
- Palomilla barrenadora de la semilla del aguacate (PBSA).
- Avocado moth.

3.4. Situación en México

La palomilla barrenadora de la semilla del aguacate, está presente en los estados de Colima, Jalisco, Querétaro, Guerrero, Oaxaca (SENASICA, Situación Fitosanitaria Actual, 2015), (**Fig. 2**).



Figura 2. Distribución actual en México de *Stenoma catenifer* (SENASICA, 2015).

La estrategia operativa usada actualmente incluye acciones de muestreo, control de focos de infestación, capacitación, divulgación, supervisión, trampeo y el Sistema de Campañas Fitosanitarias (SICAFI). A partir del año 2011 se empezó a utilizar en México de forma comercial la feromona sexual sintética específica para *S. catenifer*, por eso que en algunos estados, se estén utilizando en la actualidad trampas con feromonas de acuerdo como se menciona en el Manual Operativo de la Campaña contra Plagas Reglamentadas del Aguacatero, para la detección y monitoreo de poblaciones y poder conocer las áreas donde se presentan, es así como se podrán realizar análisis de riesgo en el cultivo de aguacate y poder encontrar decisiones optimas sobre un mejor uso racional de insecticidas en el futuro.

3.5. Distribución Geográfica

América del Norte: México (distribución restringida). América Central y el Caribe: Belice, Panamá; tiene distribución restringida en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua. América del Sur: Colombia, Brasil, Ecuador, Perú (distribución restringida), Venezuela, Guyana (CABI, 2005).

Se dice que es una plaga especialista en plantas de la familia Lauraceae. Su área de distribución natural se extiende desde México hasta América del Sur (Hoddle, 2008a).

3.6. Descripción de la plaga

Existen más de 350 especies de palomillas del género *Stenoma* (Becker, 1984).

a) **Huevo.** Tiene forma ovalada con la superficie del corion rugosa y estrías longitudinales. Mide de 0.6 a 0.63 mm de longitud y 0.4 mm de ancho. Inicialmente es de color verde claro y el corion es transparente; sin embargo, con el paso de las horas se torna de color blanco cremoso (Acevedo, 1972). Poco antes de la eclosión muestra un área de color café, la cual se torna más oscura. En laboratorio se dice que la hembra de *S. catenifer* muestra preferencia para ovipositar más frecuentemente en las ramas leñosas que unen al fruto (cerca del 68% de los huevos se colocan aquí) y del 9% al 12% de los huevos los coloca en el pedicelo del fruto, entre el pedicelo y fruto, y

directamente en el fruto. Respecto a la variedad de aguacate que prefiere, se detectó que Hass tuvo mayor preferencia para ovipositar a diferencia de otras, posiblemente atribuido a la rugosidad de su fruto (Hoddle y Hoddle 2008b).

b) **Larva.** Al emerger es blanco cremoso, con la cabeza y escudo cervical gris claro. La cabeza y el protórax son más anchos que el resto del cuerpo. A los dos días, se pueden observar manchas de color gris claro en la base de cada seta y puntos pequeños café en todo el cuerpo de la larva. Las patas toraxicas son de color gris claro y bien desarrollado. Las pseudopatas son cortas. El segundo estadio larval presenta la cabeza y el escudo cervical de color café claro. La placa anal del décimo segmento abdominal es de color gris oscuro. Posteriormente, se torna de un color café claro.

La placa anal del décimo segmento abdominal es de color gris oscuro. Posteriormente se torna de un color rosado, el cual se hace más notorio al tercer estadio, la placa anal se esclerotiza totalmente y se torna de color café oscuro (**Fig. 3**).



Figura 3. Larva de palomilla barrenadora de la semilla del aguacate. (Romero, 2014)

El quinto estadio muestra una coloración violeta en el dorso y azul verdosa en el vientre. La larva desarrollada alcanza a medir entre 16.5 y 20 mm de longitud (Acevedo, 1972).

c) **Pupa.** Es de tipo obtecta y tiene forma ovalada. Inicialmente presenta una coloración azul verdosa en la parte antero-ventral, la cual se torna de color café brillante con el paso del tiempo. Presenta ocho pares de espiráculos abdominales, siete de los cuales son visibles. Presenta una incisión dorsal y transversal entre el cuarto y quinto

segmento abdominal. El noveno y décimo se encuentran fusionados. En la parte ventral del quinto y sexto segmento, se observa un par de poros en cada uno (Acevedo, 1972). Arellano (1998), señala que la pupa tiene aproximadamente 2 cm de longitud.

d) **Adulto.** Cabeza provista de un penacho con abundantes escamas erizadas de color café rojizo. El color de los ojos es negro brillante; sin embargo, se pueden encontrar individuos con los ojos de color gris claro. Antenas filiformes de color amarillo o gris pajizo con 54 segmentos en los machos y 52 en las hembras. Palpo labial larga y extendida hacia arriba, constituida por tres segmentos cubiertos de escamas de color pálido. El adulto carece de ocelos. El tórax está cubierto por escamas de color café pajizo, las cuales son más claras en la parte ventral. Las alas anteriores tienen como característica notable la presencia de alrededor de 25 manchas pequeñas de color negro, formando una especie de S acostada (Acevedo, 1972).

3.7. Biología y Ecología

En regiones tropicales la plaga puede presentarse durante todo el año debido a la disponibilidad de hospederos con diversos periodos de floración. Las poblaciones se incrementan durante el crecimiento vegetativo, alcanzando el nivel más alto antes de la cosecha (CABI, 2005). Acevedo (1972), menciona que en meses cálidos, el ciclo biológico de *S. catenifer* dura en promedio 43.8 días (huevo 5.5 días, larva 18.5 días, pupa 14.1 días y adulto 5.7 días). En los meses fríos, el ciclo tiene una duración de 48.8 días (huevo 5.5 días, larva 21 días, pupa 15.3 días y adulto 7 días). Sin embargo, investigaciones recientes mencionan que los huevos pueden eclosionar en tan solo 4 días a temperaturas alrededor de 28°C, y requiere de 19 a 40 días en llegar a la etapa de pupa dependiendo de la temperatura (Nava *et al.*, 2005). En el laboratorio, las larvas maduras son fácilmente identificadas por el color azul turquesa de la superficie ventral abandonan las semillas y frutos para moverse normalmente de 24 a 36 horas antes de pupar en un lugar protegido (Hoddle y Hoddle, 2008b; Hoddle, 2011a). Las larvas pupan al parecer a dos centímetros del suelo en los huertos (Boscan de Martínez y Godoy, 1982). Las pupas necesitan de 8 a 20 días para el desarrollo completo cuando la temperatura oscila entre 18°C y 30° C, y el ciclo de vida (de huevo a adulto) requiere

de 31 a 70 días en el mismo rango de temperatura. Los machos adultos pueden vivir durante 11-18 días, y la longevidad para las hembras es similar a temperaturas que tengan un rango de 20°C a 30°C (Nava *et al.*, 2005). Las hembras pueden ovipositar de 133 a 319 huevos cuando son criadas en aguacates de 20°C a 30°C (Cervantes Peredo *et al.*, 1999). Los datos biológicos derivados del laboratorio, han sido utilizados para desarrollar un modelo de grados día para *S. catenifer* y se ha logrado determinar hasta cinco generaciones al año en algunas regiones de Brasil (Nava *et al.*, 2005). Los adultos son nocturnos y su actividad de vuelo comienza inmediatamente al atardecer. Durante el día se oculta en el suelo, la coloración amarillenta y manchas negras en las alas anteriores, ayuda al camuflaje, especialmente cuando se posan entre las hierbas secas en huertas de aguacate (Hoddle, 2011a; Hoddle y Hoddle 2008c).

3.8. Plantas hospederas

Esta especie está restringida a hospederos de la familia Lauraceae. El único hospedero de importancia económica es el aguacate (*Persea americana*) en el estado de fructificación. Esta especie ha sido reportada en otros hospederos menores como *Persea schiedeana*, *Beilschmedia* sp, *Chlorocardium rodiedi*, *Nectandra megapotamica* Mez. y *Cinnamomum camphora* (L.); sin embargo, no hay estudios de biología del insecto en esos hospederos (CABI, 2005; Link y Link 2008).

3.9 Síntomas

En el campo la presencia de *S. catenifer* es detectada por la presencia de desechos alimenticios los cuales son expulsados por el orificio de penetración y permanecen adheridos en la epidermis del fruto (**Fig. 4**).

3.10. Daños e importancia económica

El principal daño económico es causado por la larva, ya que se alimenta dentro de la fruta, posterior a esto puede inducir la caída prematura de la fruta de aguacate. Pérdidas de cosechas de entre 60 y 80% se han registrado en Brasil y Venezuela, respectivamente, a pesar del intensivo uso de insecticidas (Boscan de Martínez y

Godoy 1982, y Nava *et al.*, 2005). Del mismo modo en México, hasta un 95% de fruta puede ser atacada y tratamientos mensuales de insecticidas se recomienda para el control (Wysoki *et al.*, 2002), además se dice que larvas de *S. catenifer* pueden atacar y matar las ramas jóvenes y tallos (Wolfenbarger y Colburn, 1979), y pesadas infestaciones de larvas en tallo pueden matar árboles de aguacate jóvenes (Cervantes Peredo *et al.*, 1999). La alimentación de las larvas provoca túneles, donde se encuentran más a menudo en la parte inferior del fruto (Hoddle y Hoddle, 2008b). En promedio, de 1-2 larvas infestan solo un fruto, pero llegan a tener de siete hasta ocho larvas en un fruto (Hoddle y Hoddle 2008b; Nava *et al.*, 2005a). En campo, se reportan evaluaciones de 20 variedades de aguacate mostrándose diferentes niveles de susceptibilidad a la infestación por *S. catenifer*, con un 5 – 54% de fruta infestada dependiendo del cultivar (Hohmann *et al.*, 2000).



Figura 4. Daños causados por *Stenoma catenifer*. (Romero, 2013)

Las larvas se alimentan vorazmente de diferentes partes del fruto, destruyéndolo inicialmente por la epidermis para penetrar en la pulpa que utilizan como alimento. En el interior del fruto, el excremento y las exuvias dejadas por las larvas producen la

podrición del fruto. Las larvas desarrollan su principal actividad en la semilla, llegando a convertir los frutos pequeños en desechos alimenticios. En cultivares muy susceptibles, los frutos pueden caer antes de que ocurra alguna infección fungosa secundaria. En la ausencia de frutos, las larvas pueden barrenar ramas y hasta matar arboles pequeños (CABI, 2005). *Stenoma catenifer* prefiere atacar el fruto, pero sus larvas también se pueden encontrar en galerías en las ramas y los tallos de los árboles de aguacate (Hoddle y Hoddle 2008).

Las infestaciones tempranas causan la caída prematura de frutos debido al daño producido en la base de los frutos (SAG – Chile, 1993). Así mismo se presentan daños indirectos en los frutos por la exudación de savia y por patógenos secundarios, como consecuencia de las lesiones causadas por las heridas de alimentación. La dispersión natural es baja debido a que la plaga no es capaz de realizar vuelos a grandes distancias (SARH, 1981). También puede ser dispersada pasivamente a través del movimiento de frutos infestados.

3.11. Manejo

El combate de *S. catenifer* se basa en una estrategia de MIP, las tácticas principales que se usan en el MIP son el control legal, control cultural, el control biológico, el control etiológico (uso de feromonas sexuales), el control químico, el control de malezas y otros. El muestreo de frutos infestados en campo se realiza para tomar decisiones de control.

3.11.1. Muestreo

Con base al desarrollo fenológico del árbol, la disponibilidad de fruta y el ciclo biológico de la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate, se deberá determinar cuándo se realizara el muestreo. De acuerdo al manual operativo vigente en zonas bajo control fitosanitario en huertos comerciales y huertos de traspatio, se deben seleccionar 10 frutos al azar, de 10 árboles / ha, los cuales pueden ser frutos adheridos al árbol, se seleccionaran aquellos que tengan un diámetro de 2-5 centímetros, o los de mayor

tamaño. A estos frutos se les realiza una inspección visual para detectar síntomas del ataque de la plaga (SENASICA, 2015).

3.11.2. Control legal

Las acciones legales que el gobierno mexicano toma para el combate y manejo de la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate son publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF). Las medidas preventivas, de confinamiento, de manejo fitosanitario y de movilización de *S. catenifer*, están enunciadas en la NOM-066-FITO-2002.

3.11.3. Control cultural

Si se detectan frutos con síntomas o daños, parecidos y/o ocasionados por la plaga, estos se deberán colocar en un área limpia y deberán ser disectados en su totalidad con previa autorización del dueño o encargado de la huerta, en tamaños que aseguren la comprobación de su estado fitosanitario. Los frutos próximos a su madurez fisiológica, solo se disectaran cuando estos presenten daños externos o evidencia de la oviposición. Los frutos con síntomas o daños deberán retirarse de los árboles infestados, así como los que se encuentren tirados y enterrarse agregándoles cal. Se deben realizar podas abundantes a los árboles cuando los niveles de infestación sean altos, y toda la fruta junto con la que se encuentre tirada o en árboles durante los muestreos deberán ser destruidas si hubiera presencia de larvas de *S. catenifer* en el fruto.

3.11.4. Control biológico

En ocasiones se utilizan dos especies de parasitoides *Trichogramma pretiosum* y *Trichogrammatoidea annulata*, que parasitan huevos de aproximadamente un centenar de insectos plaga (FONAIAP, 1990), sin embargo no hay reportes sobre la eficiencia de estos parasitoides en aguacate. Existen algunos géneros que son buenos candidatos para los programas de control biológico en huertas de aguacate como parasitoides. Nava *et al.*, 2005, menciona los siguientes géneros: *Apanteles*, *Hypomicrogaster*,

Eudeleboea, *Dolichogenidea*. Los huevos, larvas, pupas y adultos de *S. catenifer* son atacados por una gran variedad de enemigos naturales. En Brasil, los huevos son parasitados por especies de los géneros *Trichogramma* sp. y *Trichogrammatoidea* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Aunque naturalmente el parasitismo puede sobrepasar el 60% en huertas de aguacate, no es suficiente para evitar pérdidas severas en el rendimiento (Hohmann *et al.*, 2003). En un intento para remediar esta carencia se han evaluado los diferentes huevos de parasitoides en el laboratorio, para determinar una cría masiva para *S. catenifer*, y las mejores fueron *Trichogramma atopovirilia* así como *Trichogrammatoidea annulata* (siendo estas las que mejor desempeño tuvieron determinado por las tasas de parasitismo de huevos. En Guatemala, el gregario de *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) domina ya que tiene índices de hasta un 95% de parasitismo (Hoddle y Hoddle 2008b) (**Fig. 5**). En Perú, el parasitoide larval dominante es un *Apanteles* sp y se reporta un taquinido *Chrysodoria* sp, que parasita las pupas de *S. catenifer*. Las arañas, en particular *Hogna* sp (Lycosidae), son depredadores voraces de larvas de *S. catenifer*, (Hoddle y Hoddle 2008c). Estas arañas son extremadamente comunes en los suelos de las huertas de Guatemala y pueden ser enemigos naturales importantes atacando larvas errantes que han abandonado las semillas de aguacate o de los frutos mismos, buscando pupas en sitios de pupacion por ejemplo en el suelo, o en busca de adultos descansando en el suelo de la huerta (Hoddle y Hoddle 2008c). Otros parasitoides de importancia son los géneros: *Macrocentrus* (Braconidae), *Pristomerus* y *Brachycyrtus*. Además, se supone que insecticidas de amplio espectro tienen graves efectos negativos sobre los enemigos naturales de *S. catenifer*, especialmente parasitoides de huevos, y las aplicaciones pueden inducir brotes de otras plagas del aguacate, por ejemplo, los ácaros (Hohmann *et al.*, 2000).



Figura 5. Cocones de *Apanteles* sp. Fuente: **Mark Hoddle**, 2013.

3.11.5. Control etológico o trampeo

Una vez que una plaga es detectada, el trampeo sirve como base para una delimitación subsecuente de muestreo en el cual una red de trampas estrechamente espaciadas, se emplea para conocer los límites probables de una población incipiente. Tal información demográfica puede auxiliar en la definición de estrategias de erradicación (USDA, 2002). Se dice que el uso de feromonas para el monitoreo de plagas se sustenta en conteos de insectos que hayan caído en trampas cebadas y en base a esto se detecta la invasión de la plaga, el movimiento y evolución de sus poblaciones, lo cual permitirá tomar una decisión de la medida que se tomara para llevar a cabo el manejo.

3.11.6. Control químico

El control químico se debe usar como última alternativa, aplicado a focos de infestación. Existen varios insecticidas químicos para el control de la palomilla barrenadora de la semilla del aguacate. Normalmente se usa Malation 50 CE

(250ml/100 litros de agua), Permetrina (la dosis varia de 200-300 ml/100 litros de agua) que están en la lista de plaguicidas autorizados por SENASICA (2015). Las aplicaciones foliares solo pueden ser efectivas contra huevos y larvas pequeñas antes de que penetren frutos, ramas y tallos, los adultos pueden ser tratados siempre y cuando se posen en el follaje de los árboles, mientras que las pupas se protegerán en el suelo. Aplicaciones de los piretroides pueden reducir significativamente las tasas de infestación de fruta con aplicaciones realizadas cada 15 o 60 días (Hohmann *et al.*, 2000).

3.11.7. Control de malezas y otros

Control de malezas en el huerto, puede reducir escondites para las palomillas barrenadoras de la semilla del aguacate durante el día, reduciendo las densidades para adultos y eventos subsecuentes de apareamiento y oviposición. Otro punto importante es contemplar dentro de las huertas de aguacate, una plantación con alguna variedad altamente susceptible de aguacate, que podría actuar como cultivo trampa y proteger cultivares económicamente valiosos (Ventura *et al.*, 1999), o variedades resistentes deberían cultivarse en lugar de cultivares susceptibles (Hohmann *et al.*, 2000).

3.12. Feromona

Las feromonas son moléculas utilizadas para la comunicación entre los individuos. Son subclases de semioquímicos utilizados para la comunicación dentro de las especies (señales químicas intraespecíficas). Las feromonas fueron originalmente definidas como sustancias secretadas hacia el exterior por un individuo y recibidas por un segundo individuo de la misma especie en la que la reacción específica de su liberación, por ejemplo un compartimiento determinado o proceso de desarrollo (Wyatt, 2003). Jutsum y Gordon (1989), definen a las feromonas como aquellos compuestos que transmiten información de la misma especie. Además denominan a estos compuestos como semioquímicos, ya que se emplean para la comunicación intraespecífica e interespecífica.

3.12.1. Feromona sexual

Las feromonas sexuales son sustancias volátiles que la hembra libera para atraer al macho, y son dispersadas como vapores por el viento. Normalmente están compuestas por varias sustancias, que aparecen en diferentes proporciones. Las feromonas sexuales de varias especies de lepidópteros han sido identificadas y su valor práctico ha sido demostrado en programas dirigidos al monitoreo o supresión de poblaciones de insectos plaga. Adicionalmente se han hecho estudios extensivos para analizar la conducta y evaluar el comportamiento en laboratorio y en el campo. Varios materiales han sido adaptados o desarrollados para aumentar la tasa de liberación de feromonas a un ritmo controlado e incrementar su efectividad en programas de monitoreo o control. Se han realizado análisis químicos de las glándulas productoras de feromona y volátiles colectados para el llamado de las hembras en adición a estudios del comportamiento y experimento de trapeo en campo han ratificado que las feromonas de lepidópteros consisten de mezclas de dos o más componentes. (Heath *et al.*, 1986).

3.12.2. Uso de feromona sexual de (*Stenoma catenifer*)

La feromona sexual de *S. catenifer* fue identificada como (9Z) - 9,13-tetradecadien - 11 - ynal (Millar *et al.*, 2008), en pruebas iniciales se demostró que este único componente atrajo a palomillas macho (Hoddle *et al.*, 2009). La feromona sexual de *S. catenifer* es un aldehído insaturado (9Z) – 9,13 – tetradecadien - 11 – ynal (**Fig. 6**). La presencia de los alquino es un grupo funcional muy inusual en feromonas para lepidópteros (Millar *et al.*, 2008). Concentración de feromonas que van desde 10 µg a 1 mg es eficaz, y los señuelos retienen actividad de campo durante varias semanas (Hoddle *et al.*, 2009). Sin embargo, esta feromona atrajo a un número considerable de la palomilla *Antaeotricha nictians* (Zeller) (Lepidoptera: Elachistidae: Stenomatinae). Esta palomilla era muy abundante en trampas en huertas de aguacate en 400 – 700 m de altitud en Escuintla Guatemala y Tapachula México. Capturas de esta palomilla fueron de 7 – 9 veces superiores a la captura de *S. catenifer* en estos sitios, *Antaeotricha nictians* es fácilmente separable de *S. catenifer* basado en el tamaño (*A. nictians* es más grande). La importancia de esta palomilla en huertas de aguacate se

desconoce por qué hay muy poca información sobre sus preferencias de plantas hospederas, o su fauna asociada de enemigos naturales. La feromona ha atraído a los machos en Guatemala, México, Brasil y Perú, lo que indica que probablemente no existen razas separadas geográficamente de la feromona de *S. catenifer* (Hoddle *et al.*, 2011a). La huerta de aguacate en Guatemala, que rindió *A. nictians* fue rodeada por plantaciones de piña y árbol de caucho. En México, se plantaron los aguacates Hass como cultivo de cobertura para el café. Los resultados de captura de *A. nictians* sugiere que tiene una estrecha asociación con aguacates, porque es la única planta común de los sitios de muestreo en Guatemala y México. Si esta hipótesis es correcta, *A. nictians* puede ser una plaga desconocida de aguacates cultivados en elevaciones bajas. Esta posibilidad necesita investigación (Hoddle *et al.*, 2011a).



Figura 6. Diagrama de la estructura de la feromona sexual de *Stenoma catenifer*, (9Z) – 9,13 – tetradecadien - 11 – ynal (Hoddle *et al.*, 2008)

Esta feromona sexual se usó por primera vez en la comunidad de Santiago Azogues, Municipio de San Joaquín, Querétaro, México, donde se hizo una exploración, posteriormente se realizó un monitoreo en 2011 a la fecha (información no publicada), teniendo un uso para trampeo masivo de esta feromona en huertas de aguacate en Colima y Jalisco hasta 2013 (Comunicación personal técnicos Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima (CESAVECOL), 2013; Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Jalisco, (CESAVEJAL), 2013).

IV. METODOLOGIA

4.1. Exploración de zona de estudio

El estudio se realizó en dos Estados de la República Mexicana, Colima y Jalisco, con el apoyo de Profesionales Fitosanitarios Autorizados, así como de los auxiliares de campo de los Comités Estatales de Sanidad Vegetal de ambos estados.

Los muestreos iniciaron del 10 al 17 de septiembre del 2013, donde se recorrieron 13 huertas de aguacate en ambos estados, siendo el personal de los Comités Estatales quienes guiaron la búsqueda para realizar la colocación de una trampa con feromona comercial (Pherocon CAP[®]) para cada una de las huertas en la etapa de monitoreo a manera de exploración, con la intención de buscar las mejores huertas donde hubiera mayor incidencia de *S. catenifer*. Después de un par de días se regresó a revisar las trampas para asegurar la presencia de *S. catenifer*, y así poder decidir las huertas para la colocación definitiva de las trampas, siendo solo dos huertas por estado para el estudio (Fig. 7).

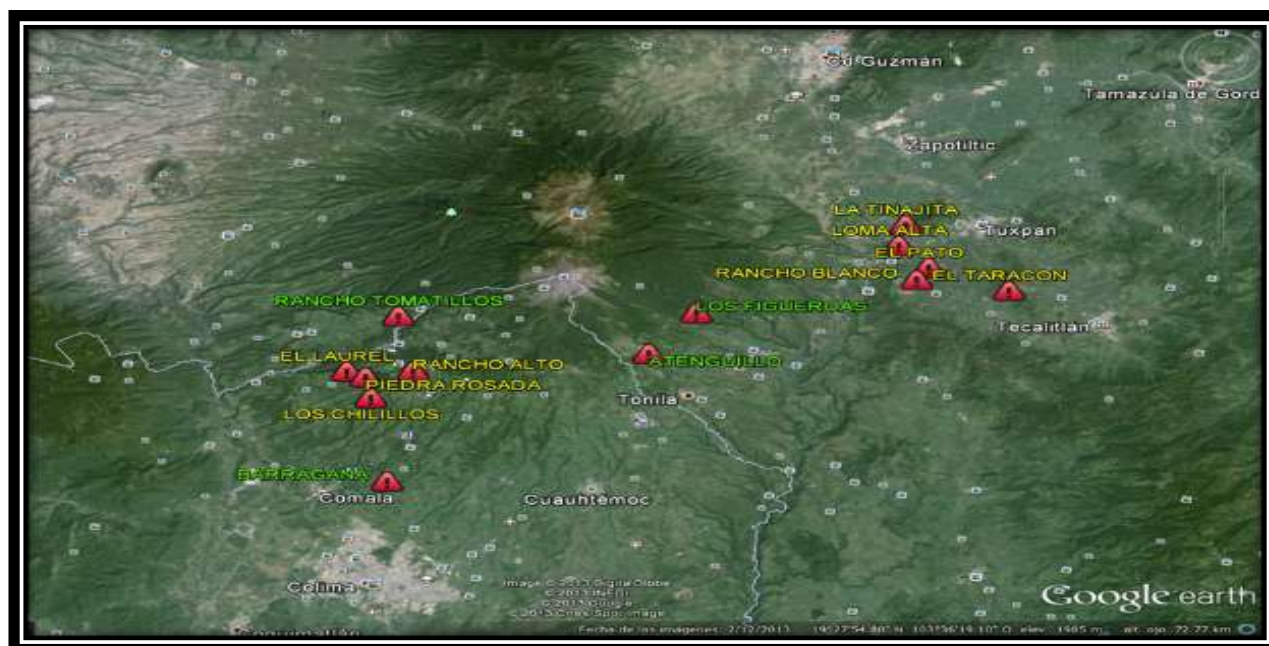


Figura 7. Exploración previa de las huertas de aguacate recorridas en Colima y Jalisco.

4.2. Tipo de trampas

Las trampas utilizadas durante el estudio fueron las siguientes:

- a) Trampa tipo ala: Usada con y sin feromona, el pegamento utilizado en este tipo de trampa fue Marca Imex adhesive, el cual se unto en la parte inferior de las trampas para la captura de adultos, y la feromona utilizada fue Pherocon CAP[®], específica para *S. catenifer* (**Fig. 8**).
- b) Trampa con lámpara de luz ultravioleta incluida: Adicionalmente se utilizó esta trampa para la captura y tratar de obtener adultos ya que suelen volar de noche. En la base se le colocó un frasco con un poco de agua y detergente, solo se utilizó para intentar capturar adultos por la noche (**Fig. 9**).



Figura 8. Trampa tipo ala. Imagen del autor.



Figura 9. Trampa de luz ultravioleta. Imagen del autor.

Cabe mencionar que la trampa de luz ultravioleta, solo se utilizó como prueba para capturar adultos por la noche, teniendo resultados poco favorables.

4.3. Colocación y revisión de las trampas

Para la recolecta de adultos de *S. catenifer*, se colocaron 7 trampas tipo ala incluyendo una trampa testigo (sin feromona), distribuidas al azar en las cuatro huertas seleccionadas Tomatillos y Barragana en Colima, Atenguillo y Los Figueroas en Jalisco. La separación entre trampas fue de 50 m de distancia entre cada una de ellas. Las trampas se limpiaron y se impregnaron de pegamento en la parte inferior de la superficie de cada una de ellas, se elaboró un registro allí mismo en campo del conteo de adultos capturados, así como la revisión de ellas cada 15 días. El cambio de feromona se llevó a cabo cada mes a través del año de estudio algunas veces con el apoyo de los comités estales de sanidad vegetal tanto de Colima como de Jalisco. Cada huerta abarcó una superficie de 3.5 ha y se recomendó colocar las trampas a 1.75 m de altura en cada árbol seleccionado para la inspección.

4.4. Descripción del área de estudio

4.4.1. Huertas en Colima

El estudio se llevó a cabo en dos huertas de aguacate Hass del municipio de Comala, uno de ellas fue la huerta Tomatillos que se encuentra entre las coordenadas $19^{\circ}40'79.20''$ de latitud norte y $103^{\circ}71'22.30''$ de longitud oeste, a una altura de 1445 msnm. Y la otra fue huerta Barragana, que se encuentra entre las coordenadas $19^{\circ}32'35.0''$ de latitud norte y $103^{\circ}72'12.50''$ de longitud oeste, a una altura de 1340 msnm, ambas huertas con una separación aproximada de 10 km (**Fig. 10**).



Figura 10. Huertas de estudio en Colima.

4.4.1.1. Datos de huerta Tomatillos

La huerta de estudio lleva por nombre Tomatillos, el nombre del propietario es Agustín de los Santos Iñiguez, en la comunidad de Cofradía de Suchitlan, municipio de Comala, Colima. La superficie considerada fue de 3.5 ha, la variedad predominante en esta huerta es Hass (**Fig.11**).



Figura 11. Distribución de trampas en huerta Tomatillos.

La trampa 7 (t7) es el testigo, es decir trampa con pegamento únicamente pero sin feromona. El número total de árboles de esta huerta fueron 447, con una edad promedio de aproximadamente 12 años.

Las coordenadas de las trampas fueron las siguientes:

Trampas	Coordenadas
Trampa 1	N 19.4084500 W 103.7124800
Trampa 2	N 19.4072200 W 103.7131400
Trampa 3	N 19.4072400 W 103.7136200
Trampa 4	N 19.4069000 W 103.7129300
Trampa 5	N 19.4074400 W 103.7125800
Trampa 6	N 19.4079700 W 103.7122600
Trampa 7	N 19.4078300 W 103.7127800

4.4.1.2. Datos de la huerta Barragana

La huerta de estudio lleva por nombre Barragana, el nombre del propietario es Alicia Narez Ramírez, en la comunidad de Nogueras, municipio de Comala, Colima. La superficie considerada fue de 3.5 ha y las variedades predominantes fueron en esta huerta el Hass y el Méndez (**Fig. 12**).

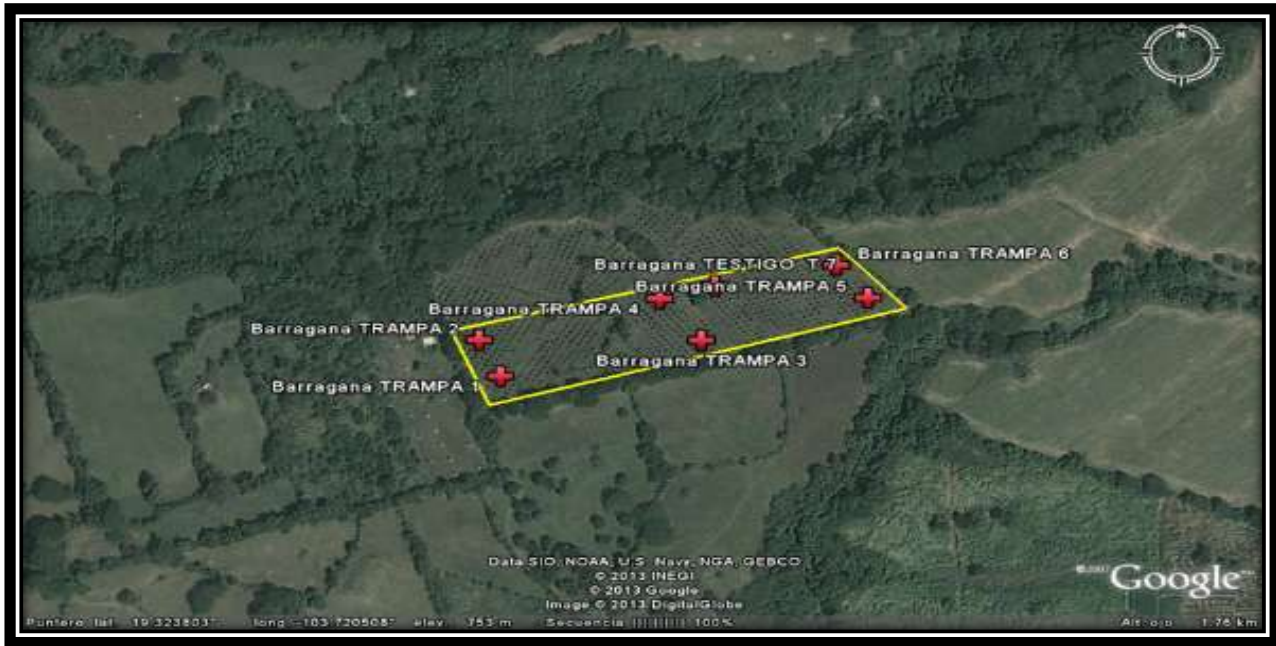


Figura 12. Distribución de trampas en la huerta Barragana.

La trampa 7 (t7) es el testigo, es decir trampa con pegamento únicamente pero sin feromona. Número de árboles 654 en total, con una edad promedio de aproximadamente 10 años.

Las coordenadas de las trampas fueron las siguientes:

Trampas	Coordenadas
Trampa 1	N 19.3229900 W 103.7217900
Trampa 2	N 19.3232900 W 103.7219900
Trampa 3	N 19.3232900 W 103.7200000
Trampa 4	N 19.3237400 W 103.7203700

Trampa 5	N 19.3237500 W 103.7185300
Trampa 6	N 19.4079700 W 103.7122600
Trampa 7	N 19.3238800 W 103.7198800

4.4.2. Huertas en Jalisco

El estudio se llevó a cabo en dos huertas de aguacate Hass del municipio de Tonila, una fue la huerta Atenguillo entre las coordenadas 19°43'46.2" de latitud norte y 103°56'97.2" de longitud oeste, a una altura de 1492 msnm. Y la otra fue huerta Los Figueroas, que se encuentra entre las coordenadas 19°46'95.5" de latitud norte y 103°54'23.8" de longitud oeste, a una altura de 1460 msnm, ambas con una separación aproximada de 5 km (**Fig. 13**).



Figura 13. Huertas de estudio en Jalisco.

4.4.2.1. Datos de huerta Atenguillo

La huerta de estudio lleva por nombre Atenguillo, el nombre del propietario es Jorge Pérez Castel, en la comunidad de Atenguillo, municipio de Tonila, Jalisco. La superficie considerada fue de 3.5 ha y las variedades predominantes fueron en esta huerta el Hass y el Méndez (**Fig. 14**).



Figura 14. Distribución de trampas en la huerta Atenguillo.

La trampa 7 (t7) es el testigo, es decir trampa con pegamento únicamente pero sin feromona. Para esta huerta el número total de árboles fue de 1,400, con una edad promedio de aproximadamente 15 años.

Las coordenadas de las trampas fueron las siguientes:

Trampas	Coordenadas
Trampa 1	N 19.434690 W 103.568760
Trampa 2	N 19.434210 W 103.568550
Trampa 3	N 19.433110 W 103.570690
Trampa 4	N 19.433260 W 103.570190

Trampa 5	N 19.433890 W 103.570000
Trampa 6	N 19.433680 W 103.570370
Trampa 7	N 19.433440 W 103.570860

4.4.2.2. Datos de huerta Los Figueroas

La huerta de estudio lleva por nombre Los Figueroas, el nombre del propietario es José Figueroa Zepeda, municipio de Tonila, Jalisco. La superficie considerada fue de 3.5 ha. Las variedades predominantes fueron en esta huerta el Hass y el Méndez (**Fig. 15**).



Figura 15. Distribución de trampas en la huerta Los Figueroas.

La trampa 7 (t7) es el testigo, es decir trampa con pegamento únicamente pero sin feromona. Huerta con un número total de árboles de 849, con una edad promedio de aproximadamente 5 años.

Las coordenadas de las trampas fueron las siguientes:

Trampas	Coordenadas
Trampa 1	N 19.469920 W 103.544080
Trampa 2	N 19.469660 W 103.543250
Trampa 3	N 19.469020 W 103.542840
Trampa 4	N 19.469180 W 103.543430
Trampa 5	N 19.469410 W 103.544170
Trampa 6	N 19.469020 W 103.544350
Trampa 7	N 19.468850 W 103.543760

4.5. Obtención de datos climáticos

Los datos de temperatura (°C) y humedad relativa se obtuvieron de la estación meteorológica del INIFAP localizada en el Ingenio Quesería, Municipio de Cuauhtémoc, Colima, y se consideraron por su cercanía con las huertas del estudio, representativos de las cuatro áreas de muestreo.

4.6. Análisis de datos

La fluctuación poblacional de *S. catenifer*, se describió con los valores promedio de adultos capturados. Se realizó un análisis de correlación parcial de Pearson entre el promedio de adultos capturados y los valores promedio de las variables climáticas, tales análisis se realizaron con el programa estadístico SAS 9.2 (SAS Institute, 2009).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Fluctuación poblacional de *S. catenifer* en Colima

5.1.1. Comparación de huertas

De manera general podemos decir que en época de lluvias, la huerta Tomatillos tuvo una mayor cantidad (densidad promedio) de adultos capturados de *S. catenifer* que la huerta Barragana.

La fluctuación poblacional de *S. catenifer* para la huerta Tomatillos y huerta Barragana, muestra que los picos de mayor actividad corresponden a la etapa fenológica de fructificación, donde al inicio de esta etapa se observó la presencia de frutos desde 2 cm de diámetro hasta frutos con madures fisiológica y listos para cosechar, infestados principalmente en época de lluvias y que para la época de invierno hubo relativamente una menor incidencia de adultos (**Fig. 16**). En las huertas al ser comerciales, se realizaban aplicaciones de fertilizantes y aspersiones mensuales con fungicidas, insecticidas y acaricidas. Así mismo, se llevaban a cabo acciones de control cultural como recolección y destrucción de fruta infestada en el árbol o caída, con síntomas de daño por barrenador.

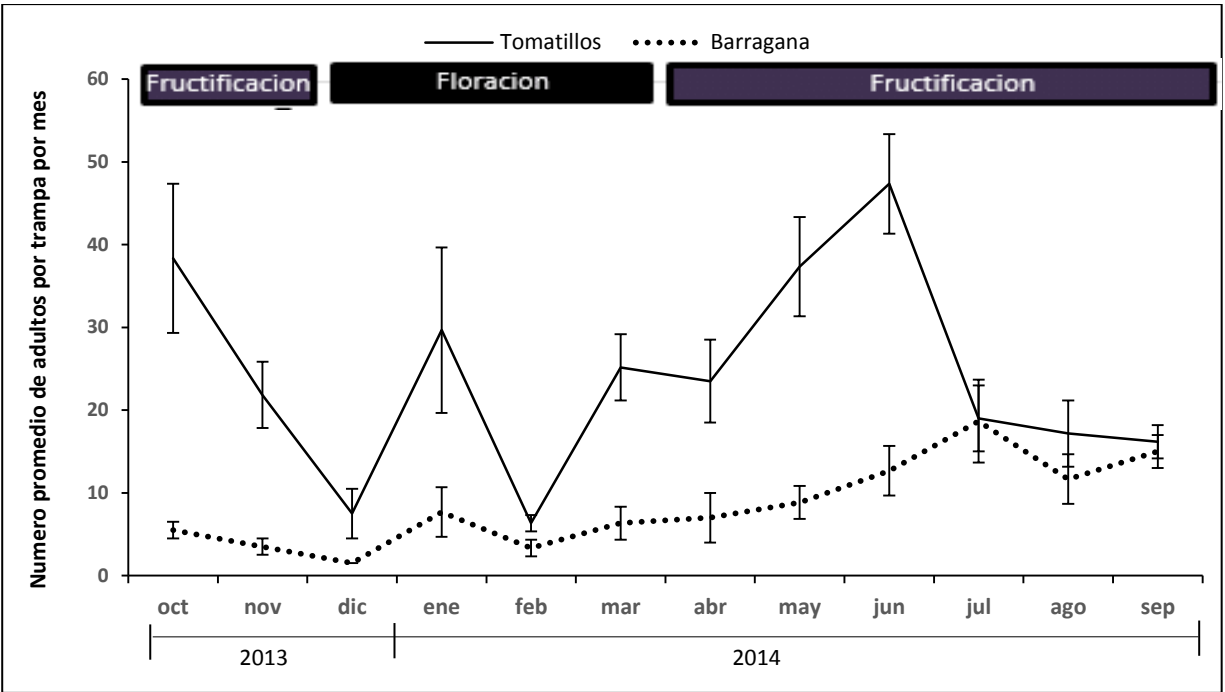


Figura 16. Numero promedio de adultos capturados (\pm EE) en trampas con feromona sexual sintética de *S. catenifer*, en huertas de aguacate Hass, Barragana y Tomatillos, municipio de Comala, Colima. 2013-2014.

5.2. Fluctuación poblacional de *S. catenifer* en Jalisco

5.2.1. Comparación de huertas

De manera general podemos decir que la huerta Atenguillo tuvo una mayor cantidad de adultos capturados de *S. catenifer* en comparación con la observada en la huerta Los Figueroas.

Se determinó la fluctuación poblacional de *S. catenifer* para las huertas de Atenguillo y Los Figueroas ambas del municipio de Tonila, Jalisco, notándose que los picos de mayor actividad corresponden a la etapa fenológica de fructificación, donde principalmente de manera general aparecían frutos con daños por infestación, que fueron observados desde la época de lluvias. Los resultados obtenidos, muestran por lo tanto que para la época de invierno hubo una menor captura de adultos (**Fig. 17**). Así mismo en los huertos se realizaron acciones de control cultural como recolección y destrucción de fruta infestada en el árbol o caída, con síntomas de daño por barrenador.

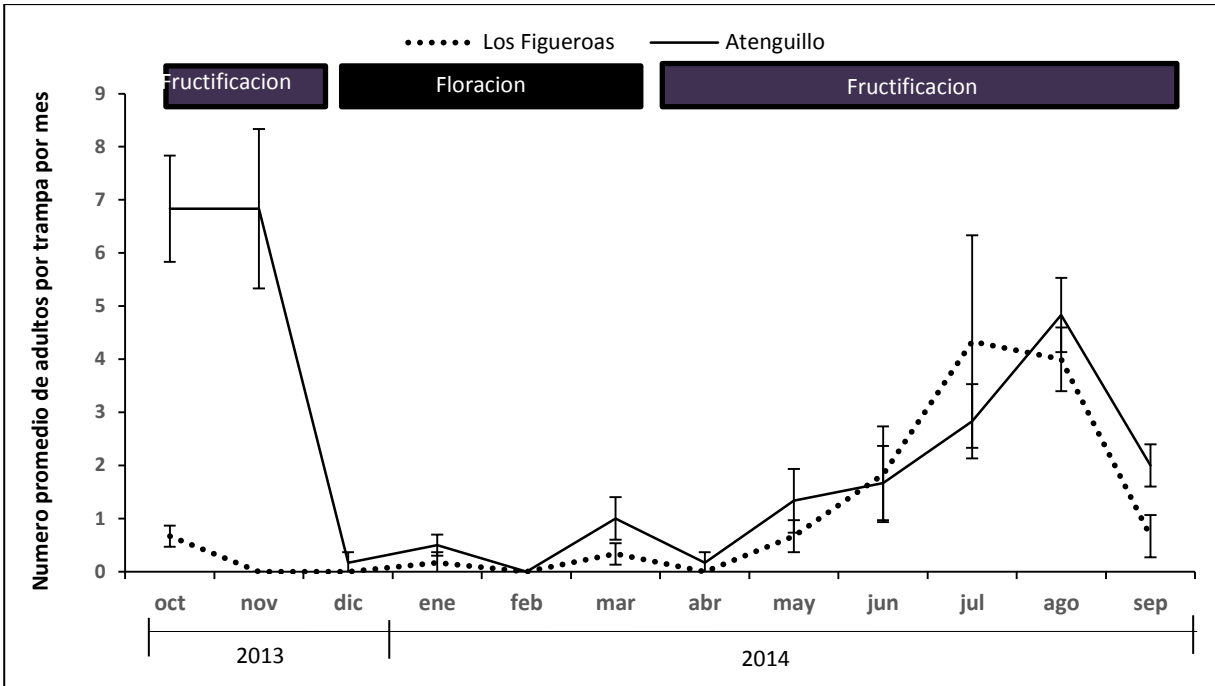


Figura 17. Numero promedio de adultos capturados (\pm EE) en trampas con feromona sexual sintética de *S. catenifer*, en huertas de aguacate Hass, Atenguillo y Los Figueroas, municipio de Tonila, Jalisco. 2013-2014.

5.3. Comparación de la fluctuación entre Colima y Jalisco

De manera general, podemos decir que si existen diferencias en la fluctuación poblacional del insecto, es decir mayor promedio de capturas de adultos en trampas en cuestión entre las huertas Tomatillos y Barragana, Colima; mientras que en la comparación de las huertas de Atenguillo y Los Figueroas, Jalisco; no se observaron tales diferencias. Se puede decir que en la huerta Tomatillos, hubo un mayor promedio de capturas de adultos de *S. catenifer* durante el año de estudio, en comparación con el bajo promedio de capturas de adultos de la palomilla de la huerta Los Figueroas, Jalisco, que fue donde se presentó la plantación más joven y con menos vegetación alrededor. (**Fig.18**).

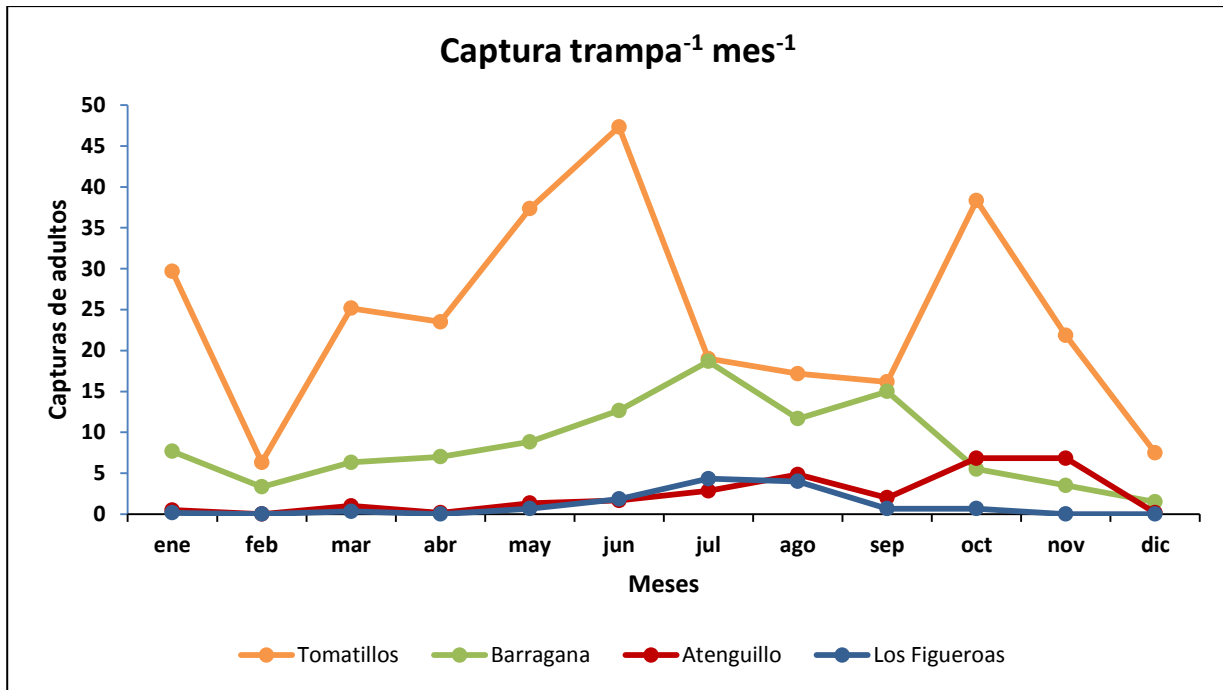


Figura 18. Promedio mensual (\pm EE) de adultos de *S. catenifer* recolectados en trampas con feromonas sexuales sintéticas en las huertas de estudio.

En ambos estados tanto en Colima como en Jalisco, mencionan algunos productores y gente local acerca de la presencia de posibles hospederos alternos con frutos parecidos al aguacate pero más pequeños, este es un estudio que se sugiere debería continuarse para complementar el presente estudio.

5.4. Relación entre las variables climáticas y la fluctuación poblacional

De acuerdo a los análisis realizados con los datos de temperatura y humedad relativa encontrados en la estación meteorológica de INIFAP, no hubo correlación entre estas variables y promedio de capturas de adultos de *S. catenifer* durante el periodo de estudio. El promedio de capturas de adultos de *S. catenifer* mostro una correlación baja y no significativa ($r \leq 0.18$, $p \geq 0.08$) con los factores climáticos de temperatura y humedad relativa evaluados. Wolda (1988) menciona que no todas las especies responden de la misma manera a los cambios en el clima y la disponibilidad de alimentos. En resultados de captura en Chiapas, de acuerdo a Castillo (2012), sugieren que la atracción de adultos a esta feromona no parece ser determinada directamente

por el clima. Sin embargo, para *S. catenifer* su distribución estacional está condicionada en cierta medida por la disponibilidad de alimentos ya que prefiere frutos de aguacate como punto de oviposición (Hoddle, 2009). El presente estudio tiene relación con esto, ya que con los resultados obtenidos se observan que los mayores picos de capturas de adultos se presenta la etapa de fructificación y en época de lluvias, siendo esto más favorable para el estado de Colima que presentan condiciones más húmedas y con mayor vegetación, a diferencia de la zona de estudio en Jalisco.

S. catenifer fue registrada por primera vez en las tierras altas de Guatemala (Walsingham, 1909 y Busck, 1919). Por lo cual, la variación en la abundancia de insectos en las regiones tropicales es bien conocida (Wolda, 1988). De acuerdo con Castillo (2012), en Chiapas *S. catenifer* es detectada durante la estación seca (de mayo) en tanto los sitios de aguacates silvestres y cultivadas, pero nunca durante la temporada de lluvias (septiembre). La captura de adultos de *S. catenifer* en la estación seca coincide con la presencia de sus larvas en los frutos infestados. En Querétaro los muestreos se han enfocado a la detección de larvas y adultos, los que indican un porcentaje de infestación de 38.4% al 20% en 23.62 ha de aguacate, distribuidas en el municipio de San Joaquín en 2011 (comunicación personal Ing. Eliseo Uribe, CESAVEQ 2015). Así mismo, el comportamiento de la distribución estacional de esta palomilla en Querétaro era a partir de la época de lluvias.

Durante el día, de acuerdo a lo reportado por Cervantes *et al.*, 1999, la mayoría de los adultos de *S. catenifer* al ser de hábitos crepusculares se pueden esconder en restos de hojas secas o malezas, dificultando las acciones de control dirigida a los adultos. Sin embargo, no todas las especies de insectos tropicales ocurren a lo largo de todo el año como adultos activos (Wolda, 1988). Janzen (1987) menciona que, esta especie llega a su etapa adulta durante la estación lluviosa, gracias a una diapausa larval o pupal durante la estación seca. La huerta Atenguillo se encuentra a una altura de 1492 msnm, donde hubo una mayor actividad de captura de adultos, en comparación con la otra huerta Los Figueroas, que está a una altura de 1460 msnm, pero con condiciones más secas. Estas dos huertas de Jalisco, tienen una diferencia de manejo y de edad por lo que las aplicaciones de fertilizantes, fungicidas, insecticidas y

acaricidas, es mayor en la de Atenguillo que en la más joven (aproximadamente 5 años) de Los Figueroas, donde las aplicaciones son más esporádicas.

En relación a las trampas con feromona sexual, se observó en general una buena captura con la distancia de separación recomendada entre ellas y la altura a la cual se colocaron. Por lo que esta trampa podría ser usada como lo menciona Nava *et al.* (2005) para estudios como de dinámica poblacional y además para obtener información importante acerca de la biología y ecología de esta especie. Además cabe señalar que la mayoría de las especies tropicales de insectos plagas, son relativamente intolerantes a las condiciones dominantes en las zonas despejadas, debido a los cambios microclimáticos y al reducido suministro de recursos (Klein, 1987). Sin embargo, el grado de aislamiento de los remanentes de hábitat son importantes, la frecuencia y la intensidad de las perturbaciones humanas, además del tipo de arreglos que rodea la vegetación y el paisaje, puede ser crucial en la persistencia de la especie (Weins *et al.*, 1993).

Hoddle (2008a) menciona que, *S. catenifer* prefiere atacar la fruta, pero sus larvas también se pueden encontrar en galerías de ramas y tallos de los árboles de aguacate, por ello es probable que, de acuerdo a los resultados obtenidos del presente estudio, las capturas de *S. catenifer* se hayan presentado durante casi todo el año de acuerdo a los resultados obtenidos. Además, en ambos estados tanto en Colima como en Jalisco, mencionan algunos productores y gente local acerca de la presencia de posibles hospederos alternos con frutos parecidos al aguacate pero más pequeños, para lo cual, se sugiere un estudio que pudiera complementar al presente estudio. *Persea schiedeana*, *Beilschmedia* sp, y *Chlorocardium rodiedi*; son hospederos menores, sin embargo, no hay estudios de biología del insecto en estos hospederos (CABI, 2005).

VI. CONCLUSIONES

- El promedio de capturas de *S. catenifer* en trampas con feromona sexual sintética fue mayor en las huertas de aguacate del estado de Colima que en las huertas del estado de Jalisco.
- De acuerdo a los análisis realizados con los datos de temperatura y humedad relativa, no hubo correlación entre estas variables y el promedio de capturas en trampas de *S. catenifer*.
- Las trampas con la feromona sexual sintética tienen el potencial de ser una herramienta útil para la detección de esta plaga en los cultivos de aguacate de la región.
- Para maximizar el impacto, se recomienda implementar acciones de control cultural como recolecta o eliminación de fruta infestada en huertos comerciales y de traspatio, y en caso necesario solamente aplicar insecticidas autorizados en momentos del año cuando las poblaciones de *S. catenifer* son naturalmente bajas, por ejemplo en invierno.

VII. LITERATURA CITADA

Acevedo J., E., J. T. Vázquez G. & C. Sosa M. 1972. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomidae). Agrociencia. Serie D, 9: 17-24.

Arellano Cruz, G. 1998. El “barrenador del fruto del palto” *Stenoma catenifer* Walsh [sic] y su control natural en Chanchamayo y Satipo. Ecología, Revista de la Asociación Peruana de Ecología (Lima) 1: 55-58

Ben-Ya'acov, A., A. Solís M. and E. Peril 1995. Progress of the study of avocado genetic resources. II. The avocado genetic resources in Costa Rica. III World Avocado Congress. p. 109. Tel Aviv, Israel.

Becker, V. O. 1984. Oecophoridae (pp. 27-40). In Heppner, J. B., ed. Atlas of Neotropical Lepidoptera, Checklist: Part 1, Micropterigoidea - Immoidea. Dr. W. Junk Publishers. The Hague, xxvii: 112 pages.

Boscan de Martínez, N., and F. J. Godoy. 1982. *Apanteles* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasito del talador del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Stenomatidae) en Venezuela. Agron. Trop. 32: 205-208.

Busck, A. 1919. Un microlepidoptera perjudicial para el aguacate. Proceedings of the Entomological Society, Washington. 21: 125 - 126.

Castillo, A, L. Cruz L, J. Gómez. 2012. Polilla especies capturadas con la feromona sexual de *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) en Aguacate plantaciones del sur de México. Florida Entomologist. 95(4): 1111-1116.

California Avocado Comisión http://www.avocado.org/about/2000_26.php?sd=about

Cervantes Peredo, L., C. H. C. Lyal, and V. K. Brown. 1999. The stenomatine moth, *Stenoma catenifer* Walsingham: a pre-dispersal seed predator of Greenheart (*Chlorocardium rodiei* (Schomb.) Rohwer. Richter and van de Weff) in Guyana. J. Nat. Hist. 33: 531-542.

Crop Protection Compendium. 2005. CAB International. United Kingdom.

Dori E. Nava, José R.P. Parra, Valmir A. Costa, Tania M. Guerra y Fernando L. Consoli. 2005. Population Dynamics of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and related larval parasitoids in Minas Gerais, Brazil. Florida Entomologist. 88 (4): 441-446.

FONAIAP (33), 1990. Uso del Parásito *Thichogramma* spp. En Programas de Manejo Integrado de Plagas.

Heath, R. R., P. E. A. Teal, J. H. Tumlinson, and J. Mengelkoch. 1986. Prediction of release ratios of multicomponent pheromones from rubber septa. J. Chem. Ecol. 12: 2133-2143.

Hoddle, M.S., and C.D. Hoddle. 2008a. Bioecology of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and associated larval parasitoids reared from Hass avocados in Guatemala. J. Econ. Entomol. 101: 692-698.

Hoddle, M.S., and C.D. Hoddle. 2008b. Lepidoptera and associated parasitoids attacking Hass and non-Hass avocados in Guatemala. J. Econ. Entomol. 101: 1310-1316.

Hoddle, M.S., and C.D. Hoddle. 2008c. Aspects of the field ecology of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) infesting Hass avocados in Guatemala. Fla. Entomol. 91: 693-694.

Hoddle, M.S., J.G. Millar, C.D. Hoddle, Y. Zou, and J.S. McElfresh. 2009. Synthesis and field evaluation of the sex pheromone of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae). J. Econ. Entomol. (in press).

Hoddle, M.S., J.G. Millar, C.D. Hoddle, Y. Zou, J.S. McElfresh, and S.M. Lesch. 2009. Field optimization of the sex pheromone of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae): Evaluation of lure types, trap heights, male flight distances, and number of traps needed per orchard for detection. Journal of Economic Entomology (submitted).

Hoddle, M.S., J.G. Millar, C.D. Hoddle, Y. Zou, and J.S. McElfresh and Lesch S.M. (2011a) Field optimization of the sex pheromone of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) evaluation of lure types, trap, height, male flight distances, and number of traps needed per avocado orchard for detection. *Bulletin of Entomological Research* (in press).

Hohmann, C. L., W. J. Santos, and A. M. Meneguim. 2000. Avaliação de técnicas de manejo para o controle da broca-do-abacate, *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Oecophoridae). *Rev. Bras. Frutic.* 22: 359-363.

Hohmann, C. L., Meneguim, A. M.; Andrade, E.A.; Novaes, T.G.; Zandona, C. 2003. The avocado fruit borer, *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): egg and damage distribution and parasitism. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, n.3, p.432 – 435.

Janzen, D.H. 1987. Cómo las polillas pasan la estación seca en un bosque seco de Costa Rica. *Insecto Sci. Appl* 8: 489 - 500.

Jutsum R. A. and Gordon S.F.R. 1989. Insect pheromones in plant protection. *In: Introduction. Pheromones: Importance to insects and role in pest management.* Page 1-13.

Klein, B.C. 1989. Efectos de la fragmentación de los bosques en las comunidades de estiércol y carroña escarabajo en la Amazonia central. *Ecología* 70: 1715 - 1725.

Millar, J.G., Hoddle, M., Mc Elfresh, J.S., Zou, Y., and Hoddle, C. (2008) (9Z) – 9 – 13 – Tetradecadien – 11 – ynal, the sex pheromone of the avocado seed moth, *Stenoma catenifer*, *Tetrahedron Letters* 49, 4820-4823.

Nava, D.E, Parra, J.R.P, Diez-Rodríguez, y Bento J.M.S. 2005. Oviposition behavior of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae): chemical and physical stimuli and diel pattern of egg laying. *Annals of the Entomological Society of America* 98: 409-414.

Nava, D. E., J. R. P. Parra, V. A. Costa, T. M. Guerra, and F. L. Consoli, 2005a. Population dynamics of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and related larval parasitoids in Minas Gerais, Brazil. *Fla Entomol.* 88: 441-446.

Neotropical Entomology 37(3):342-344 (2008)

Robelo, C. 1904. *Diccionario de aztequismos*. Ed. Fuente Cultural.

SENASICA. 2011. Manual Operativo de la Campaña contra Plagas Reglamentadas del Aguacatero. Página web: <http://www.senasica.gob.mx/?id=4624>. Fecha de consulta: .08 de Mayo 2015.

Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos SARH. 1981. Principales plagas de Aguacate. México.

SAG. 1993. "*Stenoma catenifer*". Informativo Fitosanitario. Año X-No 03. Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) de Chile. Departamento de Diagnóstico y Vigilancia. División de Protección Agrícola.

SENASICA. 2015. Estatus Fitosanitario Nacional. Actualizado 29 de abril de 2014. <http://portal.sinavef.gob.mx/mapaMultimedia/MapaMultimedia.html>.

SENASICA. 2015. Estatus Fitosanitario Nacional. Actualizado 29 de abril de 2014. (<http://www.senasica.gob.mx/?id=4099>). Fecha de consulta: 2 de mayo de 2015.

SIAP, 2015. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>

Smith, N.J.; J. Williams; D. L. Plunknett; and J. P. Talbot. 1992. *Tropical Forest and their Crops*. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press. New York. USA. 568 p.

Turner, B.L II and C.H. Milksiek. 1984. Economic plant species associated with prehistoric agriculture in the Maya lowlands. *Economic Botany* 38 (2) 169-173.

United States Department of Agricultura (USDA). 2002. Plant Protection and Quarentine: Detecting Plant Pest and Weeds Through a National Survey Program. Animal and Plant Healt Inspection Service. Program Aid. No. 1710.

Ventura, M. U., D. Destro, E. C. A. Lopes, and R. Montalván.1999. Avocado moth (Lepidoptera: Stenomidae) damage in two avocado cultivars. Florida Entomologist 82: 625-630.

Walsingham, L. 1909. Biología Centrali-Americana. Insecta: Lepidoptera-Heterocera 4: 168 - 169.

Weins, A.J, Stenseth, N. C.H.R, Van Horne, B, y Ims, RA. 1993. Mecanismos ecológicos y ecología del paisaje. Oikos 66: 369 – 380.

Wyatt D. T. 2003. Pheromones and Animal Behaviour. Communication by Smell and Taste.

Williams, L.O. 1977. The avocados, a synopsis of the genus *Persea*, subg. *Persea*. Economic Botany 31: 315-320.

Wolda, H. 1988. Estacionalidad de Insectos: ¿Por qué? Ann. Rev. Ecol. Syst 19: 1 - 18.

Wolfenbarger, D. O., and B. Colburn. 1979. The *Stenoma catenifer* a serious avocado pest Proc Fla. State Hortic. Soc. 92: 275.

Wysoki, M., M. A. Vanden Berg, G. Ish-Am, S. Gazit, J.E. Peña, and G.K. Waite, 2002. Pest and pollinators of avocado pp. 223-293.