

**Biología del pasador del fruto del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham
(Lepidoptera: Elachistidae) y búsqueda de sus posibles enemigos naturales.¹**

**Biology of the avocado fruit borer *Stenoma catenifer* Walsingham
(Lepidoptera: Elachistidae) and search for its potential natural enemies.¹**

Marilyn Belline Manrique B², Arturo Carabali³, Takumasa Kondo³, Tito Bacca⁴ y Milena Montenegro⁵

RESUMEN

Con el fin de contribuir a la generación de estrategias de manejo integrado que minimicen la utilización de insumos químicos, se adelantaron estudios acerca de la biología de *Stenoma catenifer* bajo condiciones de laboratorio. Se realizaron capturas de poblaciones naturales de parasitoides de lepidópteros mediante el empleo de huevos “centinelas” de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). También se cuantificó el porcentaje de daño por parte del barrenador en cuatro departamentos productores de aguacate de Colombia. De los frutos emergen larvas del quinto instar de 22 mm de longitud, las cuales pasan a prepupa después de 1,28 días. Durante el paso de prepupa a pupa son percibidos cambios en la tonalidad de los individuos de azul turquesa a café brillante en un periodo de 0,15 días, el tiempo transcurrido de pupa a adulto fue de 10,7 días, la longevidad fue de 4,74 días y hubo oviposición a partir del segundo día desde la emergencia de los adultos. Fue posible detectar especímenes del género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) en el municipio de El Cerrito en el departamento del Valle del Cauca a una altura de 1920 msnm y en los municipios de Herveo a 1876 msnm y Fresno a 1148 msnm en el departamento de Tolima. El porcentaje de daño promedio en las localidades evaluadas osciló entre 0 y 70%.

Palabras Clave: *Persea americana*, huevos centinelas, *Sitotroga cerealella*, *Trichogramma*, daño.

¹Artículo Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo

²Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. E-mail: belline27@hotmail.com.

³I.A., Ph.D. Entomólogo. Corpoica C.I. Palmira. E-mail: acarabali@corpoica.org.co; ³I.A., M.Sc., Ph.D. Entomólogo. Corpoica C.I. Palmira. E-mail: tkondo@corpoica.org.co.

⁴I.A., Ph.D. Profesor Asociado Universidad de Nariño. E-mail: titobacca@gmail.com

⁵I.A. Profesora hora cátedra Universidad de Nariño. E-mail. milemonte_@hotmail.com

ABSTRACT

With the aim to contribute to the generation of integrated pest management strategies that minimize the use of chemical inputs, studies on the biology of *S. catenifer* were conducted under laboratory conditions. Natural occurring populations of parasitoids of lepidopteran eggs were collected using sentinel eggs of *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). Also was to measure the percentage of damage the avocado fruit borer in four States. In this study, it was observed that larvae of *S. catenifer* emerged from fruits as 5th-instars; were 22 mm in length and turn into the prepupal stage in 1.28 days. During the transition from prepupae to pupae, the larvae changed from bright turquoise blue to brown over a period of 0.15 days. The time from pupa to adult took 10.7 days. The adult lived for 4.74 days, and oviposition took place from the second day after the emergence of the adult moths. Parasitoids belonging to the genus *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) were collected in the following the municipality of El Cerrito in the State of Valle del Cauca at 1920 meters asl; and in the municipalities Herveo at 1876 meters asl; and Fresno at 1148 meters asl in the State of Tolima. The percentage of damage in the localities evaluated was between 0 and 70%.

Key Words: *Persea americana*, sentinel eggs, *Sitotroga cerealella*, *Trichogramma*, damage.

INTRODUCCIÓN

El aguacate *Persea americana* Mill., en Colombia presenta un interesante potencial exportador para la economía del País, por cuanto representa el 5% de la producción mundial de esta fruta, y es el quinto en área cultivada con un 4,4% de las 392.475 hectáreas establecidas en el mundo (Fruitrop, 2005). El rendimiento promedio nacional es de 12,8 t/ha superando al promedio mundial de 8,15t/ha (PFN, 2006).

Dada la importancia que ha adquirido el aguacate dentro de las exportaciones Colombianas, este cultivo se cita entre los frutales promisorios en los programas de incremento y diversificación de las exportaciones del país dentro de la conocida Apuesta Exportadora, 2s019 (MADR, 2006), por ello, es importante tecnificar el cultivo, reducir los riesgos y racionalizar los costos, en especial en cuanto al control de insectos plaga que representa un

rubro relevante, debido a los elevados costos que involucra actualmente la adquisición de insumos químicos para el manejo de los diversos limitantes entomológicos del cultivo.

Las medidas sanitarias y fitosanitarias constituyen una de las mayores limitantes para el comercio mundial de aguacate y son fundamentales para todos los tratados de libre comercio, vigentes y futuros. Frente a esta problemática el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal del Departamento de Agricultura de Estados Unidos APHIS-USDA en el CFR (Código federal de regulación) prohíbe que los aguacates producidos en fresco y procedentes de Centro y Suramérica, incluido Colombia, ingresen a los mercados Americanos debido a la presencia de insectos plaga del aguacate que se han registrado en esta región pero que son inexistentes en Estados Unidos (APHIS, 2004).

La aplicación mecánica e inconsciente de insecticidas causa efectos desfavorables en especial sobre las poblaciones naturales de insectos polinizadores y controladores biológicos de plagas que son de vital importancia en la producción de aguacate en las distintas zonas productoras del mundo, entre los que se mencionan abejas y otros himenópteros, dípteros, coleópteros y heterópteros, entre otros (Davenport, 1986; Vithanage, 1990; Ish-Am y Eisikowitch, 1991, 1993; Nieto, 1984; Crane, 1992 y Roubik, 1995).

Los estudios entomológicos asociados al cultivo son incipientes, se desconoce la bioecología de los insectos plaga, en especial algunos de importancia económica como el complejo de pasadores del fruto; *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) y los picudos *Heilipus lauri* Bohemann y *Conotrachelus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), que en el caso en particular de *S. catenifer* en Colombia, causa pérdidas en la producción superiores a 25,6% (Puentes y Moreno, 1992).

S. catenifer ha sido priorizada por los agricultores como el mayor limitante entomológico para la producción competitiva de aguacate en Colombia. Además, es considerada plaga cuarentenaria referenciada en el CFR, y puede causar pérdidas totales en la producción (Hohmann y Meneguim, 1993), obligando a los agricultores a recurrir al control químico mediante aplicaciones indiscriminadas de insecticidas, restringiendo aún más la comercialización y posicionamiento del aguacate en los mercados internacionales especializados que exigen bajos niveles de residuos de insecticidas en la fruta fresca y no permiten la introducción de insectos vivos al país de destino.

Con base en lo anterior los objetivos se enfocaron a evaluar bajo condiciones de laboratorio aspectos sobre la biología de *S. catenifer*, detectar mediante huevos centinelas de *S. cerealella* poblaciones naturales de *Trichogramma* como agente potencial para el control de huevos de *S. catenifer*, y además, fue medido el daño de *S. catenifer* en localidades los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y Valle del Cauca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El presente trabajo se desarrolló en fincas establecidas con aguacate, en alturas desde los 967 m hasta los 2069 m en el núcleo productivo de aguacate en la zona central cafetera de Caldas, Quindío y Risaralda y en los departamentos de Tolima y Valle del Cauca. También se realizaron estudios sobre la biología de *S. catenifer* y sus parasitoides en el laboratorio de entomología del centro de investigación de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) en Palmira, cuyo centro se encuentra ubicado a una altitud de 1000 msnm, con una temperatura (T°) promedio y humedad relativa (HR) promedio de 29,8°C y 66,4% respectivamente.

Biología de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). Se estableció un experimento a partir del muestreo de frutos infestados con *S. catenifer* en las finca Brasil, corregimiento de Rozo, municipio de Palmira, ubicada a 967 msnm, en un cultivo de aguacate que tenía un área de 0,64 Has, con una densidad de siembra de 5 m entre plantas y 7 m entre hileras; y en la finca Buenavista, municipio de El Cerrito, departamento del Valle del Cauca, a 1954 msnm donde se encuentran establecidas 2 Has con aguacate, con una densidad de siembra de 8 m entre plantas y 12 m entre hileras.

En estas fincas cada 15 días se cosecharon, frutos en diferentes estados de desarrollo infestados por *S. catenifer*, tanto del suelo, como de la copa del árbol, teniendo en cuenta que los signos externos de daño por el insecto más fáciles de reconocer en campo, corresponden a los orificios de penetración de la larva, presencia de exudaciones blancas que luego se tornan de color café sobre la epidermis del fruto (excrementos dejados por la penetración) y pudrición total en los frutos infestados caídos (Senasa, 2006).

Los frutos perforados por *S. catenifer* (Figura 1), se llevaron al laboratorio de Corpoica, Palmira, donde se individualizaron en cámaras de emergencia con el fin de obtener larvas del

quinto instar (L5) a partir de las cuales se evaluaron y establecieron los periodos de duración de los últimos estados de desarrollo de *S. catenifer*.

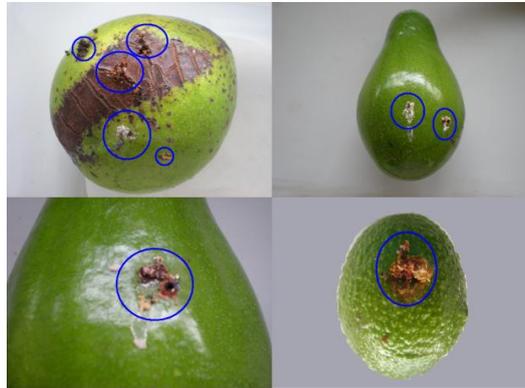


Figura 1. Frutos de aguacate con signos de infestación por parte de *S. catenifer*, donde se pueden apreciar los orificios de penetración y excrementos dejados por las larvas.

Las cámaras de emergencia para la recuperación de larvas del quinto instar (L5), correspondían a cajas plásticas, provistas en la parte superior, por una tapa con malla y en la parte inferior por papel toalla y una rejilla plástica que permitía el paso y la cuantificación de las larvas que emergían del fruto.

Posteriormente, cada una de las larvas L5 obtenidas se colocaron individualmente en una cámara de recuperación de adultos con el fin de cuantificar su transformación a prepupa, el periodo de tiempo entre prepupa a pupa y el momento de la emergencia del adulto.

En el estado de pupa del insecto se realizó el sexado. El macho se reconoce en la fase de pupa por la presencia de un esclerito en el último segmento abdominal y en el estado adulto por cilios abundantes en las antenas (Acevedo *et al.*, 1972) (Figura 2).

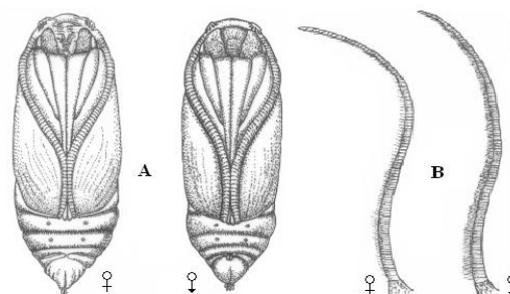


Figura 2. Dimorfismo sexual en pupas y adultos de *S. catenifer*. (A) Las pupas hembras presentan una abertura genital entre el octavo y noveno segmento abdominal, en cuanto que, los machos, no presentan ningún segmento abdominal; (B) Antenas de las hembras con menor pilosidad que las de los machos. (Nava y Parra, 2005).

Después de conocer el sexo de las pupas obtenidas se cuantificó en días el momento de la emergencia de los adultos. Los adultos de edad y sexo conocido se colocaron al interior de una cámara de cría o jaula de 30 cm de ancho x 30 cm de alto x 60 de cm largo, en proporción 1:1 (1 hembra: 1 macho) con el fin de cuantificar el periodo de oviposición. Para obtener posturas de *S. catenifer*, en el interior de dicha cámara de cría se colocó un vial con una solución de agua con miel en proporción 1:1 como energético para adultos, papel toalla con depresiones, una plántula, frutos y semillas desnudas de aguacate (Nava y Parra, 2005).

Los tiempos en horas y días de las fases de desarrollo de *S. catenifer* desde L5 hasta la oviposición de la hembra adulta fueron calculados, cuantificando mediante un cronómetro el periodo de permanencia del insecto en cada una de sus fases de desarrollo. Se logró establecer los periodos de duración de las fases; larva del quinto instar, prepupa, pupa y adulto, además de cuantificar a partir de la emergencia de las hembras la oviposición. De tal manera, que se estimó el ciclo de vida de *S. catenifer* bajo condiciones de laboratorio desde L5 hasta que los huevos fueron ovipositados por la hembra adulta. Además se calculó el porcentaje promedio de viabilidad larval (N° de pupas viables/ N° de larvas del quinto instar x 100), y el porcentaje de viabilidad pupal del experimento calculado como el porcentaje de adultos emergentes de las pupas viables.

Los periodos de duración de las fases de desarrollo de *S. catenifer*, se establecieron mediante el promedio de los individuos evaluados. En los datos obtenidos se calcularon las medidas de dispersión y de tendencia central, también se realizaron tablas de distribución de frecuencia e histogramas usando el paquete estadístico Statistix 8 package (Analytical Software, 2003). Los datos de la proporción de sexos se sometieron a una prueba de Chi cuadrado donde se plantea que la proporción de sexos es de 1 hembra: 1 macho (1:1).

Poblaciones naturales de *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae). La detección de poblaciones naturales de *Trichogramma* sp., parasitoides oófagos de *S. catenifer* y de otros lepidópteros, se realizó mediante el establecimiento de huevos centinelas (huevos trampa) de *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). Este experimento fue implementado en una finca para cada uno de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y en dos fincas para los departamentos de Tolima y Valle del Cauca.

Los siete tratamientos para este experimento fueron las fincas: Buenavista (Buen), Brasil (Bra), La Floresta (L. Flo), Nogales (Nog), El Jordán (E. Jor), La Primavera (L. Pri) y Tijuana (Tij). (Tabla 1).

Tabla 1. Fincas de muestreo de poblaciones naturales de *Trichogramma* sp.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	FINCA	ALTURA msnm	ÁREA (has)	T°C
Caldas	Manizales	La Primavera	2069	0,7	15
Quindío	Quimbaya	El Jordán	1525	0,194	21
Risaralda	Santa rosa	Tijuana	1649	0,41	20
Tolima	Fresno	Nogales	1148	0,49	23
Tolima	Herveo	La Floresta	1876	0,49	17
Valle del cauca	El cerrito	Buenavista	1954	0,64	16
Valle del cauca	Palmira	Brasil	967	2	25

Por la dificultad para detectar en campo la presencia de posturas o huevos de tonalidad verde claro de aproximadamente 0,30 a 0,50 mm de diámetro, los cuales corresponden a huevos de *S. catenifer*, se instalaron en campo posturas de la polilla de los granos almacenados o de los cereales; *S. cerealella*, cuyos huevos constituyen un hospedero alternativo, utilizados tanto para la cría masiva de *Trichogramma* sp., como para el monitoreo de poblaciones naturales de parasitoides oófagos (Garrido *et al.*, 2007 y Morales *et al.*, 2007).

Los huevos centinela de *S. cerealella*, necesarios para las instalaciones en campo, fueron obtenidos de la cría de manutención de la polilla de los granos almacenados establecida en el laboratorio de Productos Biológicos Perkins (Palmira-Valle). Se emplearon aproximadamente 4g de huevos centinela por evaluación en cada una de las fincas. Los huevos centinela con las características óptimas para ser parasitados (coloración del corion blanquecina y de un día de edad), se pegaron sobre cartulina con goma arábiga y fueron llevados a campo en secciones o láminas de ½ plg². Las laminillas contenedoras de huevos centinela fueron sujetas a la base del pedúnculo de un fruto joven usando alambre de cobre (Figura 3) y para evitar que los huevos centinela fueran depredados por hormigas se impregnó vaselina sobre el alambre.

En cada uno de los siete tratamientos se seleccionaron 20 árboles distribuidos en X, los cuales fueron geoposicionados y correspondieron a las repeticiones en cada tratamiento o localidad. En cada árbol se instalaron 10 láminas de ½ plg² con huevos centinela de *S. cerealella*. Para un total de 200 láminas por cada finca (Nava y Parra, 2005).



Figura 3. Instalación de láminas con huevos centinelas de *S. cerealella*.

Las láminas con los huevos centinela se ubicaron en el tercio medio de la planta, tratando de cubrir la copa del árbol exceptuando la parte al interior del dosel. Esto se debe a que *S. catenifer* prefiere ovipositar en frutos localizados en el tercio medio superior del árbol, siendo la mayoría de los huevos depositados sobre el pedicelo de los frutos (Hohmann *et al.*, 2003).

En laboratorio se dejaron tres contramuestras (láminas de $\frac{1}{2}$ plg² con huevos centinela) del lote de posturas que se llevó cada semana para su instalación en campo, con el fin de garantizar que los huevos llevados a cada una de las localidades no se encontraran previamente parasitados por trichogramátidos.

Transcurridos cuatro días, las láminas establecidas en campo fueron retiradas y conservadas en frascos de vidrio, debidamente etiquetados. Esto debido a que el periodo óptimo de exposición en campo recomendado para la captura de *Trichogramma* sp. corresponde a cuatro días (Jiménez, y Ramos, comunicación personal, 2009).

Posterior al retiro de las láminas expuestas en campo, nuevos dispositivos contenedores de huevos frescos de *S. cerealella* fueron establecidos. Este procedimiento de recambio se realizó durante 10 semanas en cada localidad seleccionada.

Las láminas recolectadas se observaron bajo un estéreo-microscopio binocular 40X cada 24 horas, con el fin de contabilizar el número promedio de huevos centinela de *S. cerealella* contenido en una lámina de $\frac{1}{2}$ plg² después de su retiro en campo. Además, se registró el número de huevos parasitados para medir el porcentaje de parasitismo, para cada lámina y localidad. Los huevos parasitados identificados por la coloración del corion oscura, específicamente gris brillante, se colocaron en cámaras de emergencia hasta la eclosión de individuos en estado adulto del parasitoide y su posterior identificación taxonómica.

La variable evaluada fue el porcentaje de parasitismo promedio calculado como el número de huevos parasitados en relación con el total de huevos centinelas de *S. cerealella* instalados en campo x 100. Las diferentes alturas sobre el nivel del mar de cada una de las fincas corresponde a un tratamiento, cada árbol se consideró como una repetición. Se realizó estadística descriptiva, un Análisis de Varianza Simple y pruebas de Duncan, utilizando el programa SAS, versión 8 (SAS Institute, 1999).

Daño de *Stenoma catenifer* según la altura sobre el nivel de mar. La evaluación de la incidencia de *S. catenifer* en localidades ubicadas a diferente altura sobre el nivel del mar, se realizó en los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda y Valle del Cauca. Se evaluaron doce fincas con cultivos establecidos con la variedad Hass, a excepción de la finca Brasil, establecida con la variedad Papelillo, las cuales se registran en la Tabla 2.

Tabla 2. Fincas ubicadas desde los 967m a los 2069m donde se evaluó el daño por *S. catenifer*

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	FINCA/ TRATAMIENTO	ALTURA msnm	ÁREA (has)	T °C
Caldas	Anserma	San Pablo/ S. Pab	1820	1,4367	19
Caldas	Anserma	Yarumalito/ Yaru	1935	0,78	17
Caldas	Manizales	Torres del águila/ T. Agu	1830	0,7	19
Caldas	Villa maría	La Primavera/ L. Pri	2069	0,7	15
Quindío	Quimbaya	El Jardín/ E. Jar	1525	0,149	21
Quindío	Quimbaya	Portugal/ Port	1200	0,15	23
Quindío	Filandia	El Jordán/ E. Jor	1527	0,11	21
Risaralda	Pereira	El Esfuerzo/ E. Esf	1680	0,3	19
Risaralda	Pereira	El Recreo/ E. Recr	1320	0,0688	24
Risaralda	Pereira	Xochimilco/ Xoch	1680	2	19
Valle del cauca	El cerrito	Buenavista/ Buen	1954	0,64	16
Valle del cauca	Palmira	Brasil/ Bra	967	2	25

En cada tratamiento, se seleccionaron cuatro árboles al azar, los cuales fueron geoposicionados y su cosecha se realizó en la época de producción. El porcentaje promedio de infestación por *S. catenifer* para cada una de las fincas (tratamientos) ubicadas desde los 967 hasta los 2069 msnm se estableció, mediante la relación en Kg. entre la fruta infestada por el insecto y el peso total de la fruta cosechada en cada árbol (Nava y Parra, 2005).

La variable evaluada fue el porcentaje promedio de fruta infestada por parte de *S. catenifer* (calculado como el número de frutos infestados en relación con el total de frutos cosechados x 100). Cada altura sobre el nivel del mar en cada una de las fincas correspondió a un tratamiento, cada árbol se consideró como una repetición. Se realizó estadística descriptiva,

un Análisis de Varianza Simple y pruebas de Duncan, utilizando el programa SAS, versión 8 (SAS Institute, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Biología de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). En este estudio, se observó que de los frutos colectados emergen larvas del quinto instar con una longitud promedio de 22 mm (Figura 4A), las cuales se transforman en prepupa a las 20 a 40 horas siguientes. Durante el paso de prepupa a estado de pupa fueron percibidos cambios en la tonalidad de azul turquesa a café brillante en un periodo de 3,6 horas. El tiempo transcurrido de pupa a adulto fue en promedio de 10,74 días; la longevidad del adulto fue de 3 a 6 días y hubo oviposición a partir del segundo día después de la emergencia de adultos (Tabla 3).

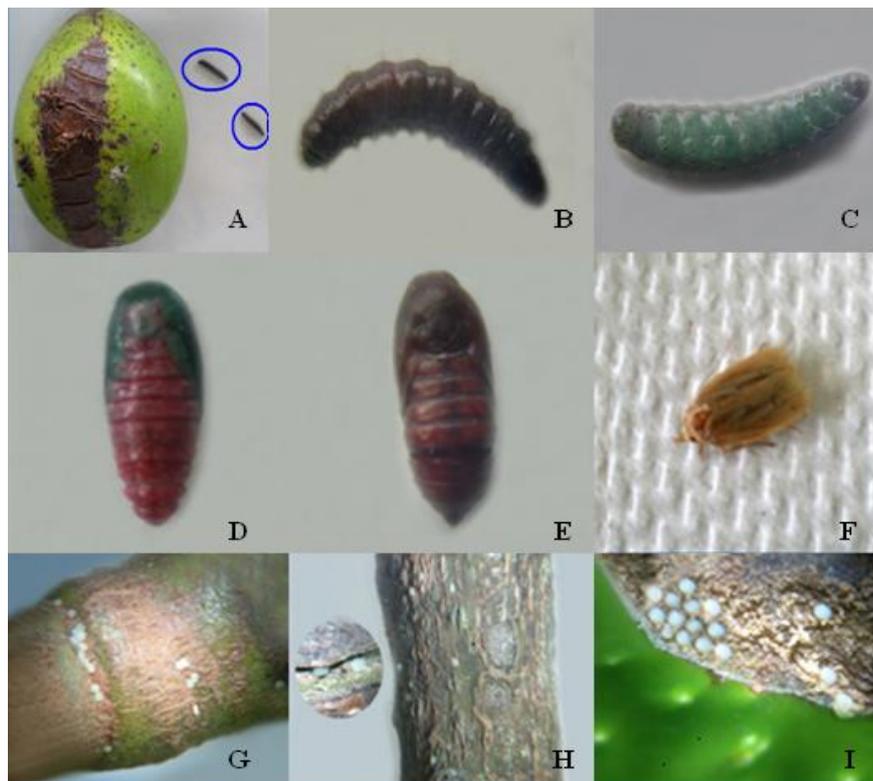


Figura 4. Fases de desarrollo de *S. catenifer* (A) Larva del quinto instar emergiendo de fruto, (B) Larva vista dorsal, (C) Larva vista ventral, (D) Prepupa, (E) Pupa, (F) Adulto, (G) Huevos sobre pedúnculo, (H) Huevos sobre rama, (I) Huevos sobre la epidermis del fruto.

Los huevos son colocados de manera individual o gregaria, son de coloración verde claro, miden aproximadamente 0,40 mm de diámetro, las hembras prefieren ovipositar sobre grietas, puntuaciones negras y hendiduras; sobre las ramas, la epidermis de los frutos, el pedúnculo y

en el punto de inserción (Figuras 4G, 4H, 4I). Al cabo de 2,5 días después de colocar parejas de la misma edad y diferente sexo al interior de una jaula de cría, se observó la presencia de huevos, la cual fue en mayor cantidad sobre fisuras en las ramas. Estas observaciones concuerdan con reportes hechos por Hoodle (2007) y por Puentes y Moreno (1992). Los tiempos calculados desde la emergencia de adultos hasta la oviposición coinciden con Acevedo *et al.* (1972) y Hohmann y Meneguim (1993).

Las larvas del quinto instar tienen una coloración morada en la parte dorsal y azul turquesa en la parte ventral, poseen una longitud promedio de 22 mm (promedio de 100 larvas evaluadas). En este estudio se cuantificaron hasta diez larvas del quinto instar emergiendo de un solo fruto de aguacate atacado por *S. catenifer*, Hoodle (2007) reporta hasta ocho larvas/fruto. El número promedio de larvas por fruto calculado para el experimento fue de 1,25. Frente a esto Hoodle (2007) señala que estudios realizados en Guatemala revelaron que 1 o 2 larvas por semilla es el nivel más común de infestación, pese a que ocasionalmente se pueden encontrar de siete a ocho larvas alimentándose de una semilla.

El porcentaje de viabilidad de la fase larval calculado como el porcentaje de pupas viables emergentes de larvas del quinto instar fue del 83,8% y el porcentaje de viabilidad de la fase pupal (N° de adultos emergidos / N° de pupas viables x 100) fue del 26,5%. Por el contrario, Hohmann y Meneguim (1993), mostraron una viabilidad de la fase larval y pupal del 25,4% y 82,8%, respectivamente. Al respecto Nava y Parra (2005) asociaron esa baja supervivencia larval, ligada al método de cría utilizado por los autores que consistía en pulpas de los frutos colocadas sobre soportes de bambú y dispuestas sobre bandejas de aluminio, con vermiculita humedecida como sustrato de pupación.

Los estados larvales del insecto fueron alimentados además de pulpa, con semillas de aguacate, lo cual podría explicar el elevado porcentaje de viabilidad larval del experimento. Estos resultados concuerdan con lo registrado por Nava y Parra (2005) quienes afirman que las semillas constituyen el alimento más adecuado nutricionalmente para *S. catenifer*. En cuanto a las diferencias en el porcentaje de viabilidad del estado pupal entre el trabajo realizado por Hohmann y Meneguim (1993) y este ensayo, se puede atribuir el porcentaje obtenido por los autores referidos, al sustrato que utilizaron para el empupamiento. Lo cual muestra que la vermiculita es mejor sustrato para el desarrollo de la fase pupal que el papel

toalla poroso utilizado en este experimento, posiblemente porque la vermiculita constituye un sustrato similar al suelo, el cual es el medio natural de pupación de *S. catenifer*.

El periodo de duración del estado de prepupa (Figura 4D) fue cuantificado, registrando duraciones máximas y mínimas de 5,04 y 2,3 horas respectivamente. Se observó que la pupa de *S. catenifer* (Figura 4E) es tipo obtecta, de coloración café, presenta dimorfismo sexual y que solo los machos exhiben un esclerito en el último segmento abdominal.

El adulto del *S. catenifer* al momento de la emergencia tiene una coloración amarilla la cual se va tornando grisácea y en los élitros se aprecian aproximadamente 25 puntuaciones de color negro formando una S invertida (Figura 4F) (Acevedo, *etal.* 1972). Al igual, que en la fase pupal, en el estado adulto existe dimorfismo sexual, el cual se reconoce por la presencia de cilios abundantes en las antenas, característico de los machos. La expansión alar mide en promedio 28 y 25 mm para hembras y machos respectivamente.

En la Tabla 3 se pueden apreciar los periodos de duración máxima y mínima para cada una de las fases de *S. catenifer* a partir de la emergencia del quinto instar larval (L5) hasta la observación de huevos, bajo condiciones de laboratorio, organizados mediante tablas de frecuencia e histogramas.

El valor calculado para el periodo de duración del estado de pupa en este estudio fue muy cercano a lo reportado por Hohmann y Meneguim (1993) y por Puentes y Moreno (1992), quienes observaron una duración respectiva para esta fase de 10,6 y 10,9 días bajo condiciones de temperatura y humedad relativa similares a las manejadas en este experimento.

La longevidad del adulto calculada concuerda con los datos registrados en trabajos realizados en Maracay, Venezuela por Boscán de Martínez y Godoy (1984) quienes registran una longevidad de 4,23 días. Los huevos se observaron a partir de 2,5 días después de la emergencia de los adultos, concordando con observaciones realizadas por Acevedo *et al.* (1972) en Chapingo, México y por Hohmann y Meneguim (1993) en el estado de Paraná, Brasil. No obstante, coincidiendo con lo apreciado por Nava y Parra (2005), se observó que existen grandes variaciones en los datos de la literatura, indicando que la duración y viabilidad de las fases de ciclo biológico de *S. catenifer* son variables en función de las

condiciones ambientales, el alimento proporcionado y el método utilizado para la evaluación de su desarrollo.

Tabla 3. Tabla de distribución de frecuencia en días para las fases Larva del quinto instar (L5), Prepupa (PPA), Pupa (PUP), Adulto (ADU) y Oviposición (OVIP).

L5	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	FAA	FRA
	1	0,63	0,90	0,76	11	0,18	11	0,18
	2	0,90	1,18	1,04	6	0,10	17	0,27
	3	1,18	1,45	1,31	29	0,47	46	0,74
	4	1,45	1,73	1,59	9	0,15	55	0,89
	5	1,73	2,00	1,86	7	0,11	62	1,00
Promedio General	1,28							
PPA	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	FAA	FRA
	1	0,06	0,12	0,09	33	0,53	33	0,53
	2	0,12	0,17	0,14	10	0,16	43	0,69
	3	0,17	0,22	0,20	2	0,03	45	0,73
	4	0,22	0,28	0,25	5	0,08	50	0,81
	5	0,28	0,33	0,31	12	0,19	62	1,00
Promedio General	0,15							
PUP	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	FAA	FRA
	1	7,00	8,60	7,80	9	0,15	9	0,15
	2	8,60	10,20	9,40	16	0,26	25	0,40
	3	10,20	11,80	11,00	19	0,31	44	0,71
	4	11,80	13,40	12,60	13	0,21	57	0,92
	5	13,40	15,00	14,20	5	0,08	62	1,00
Promedio General	10,7							
ADU	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	FAA	FRA
	1	2,00	3,20	2,60	12	0,19	12	0,19
	2	3,20	4,40	3,80	5	0,08	17	0,27
	3	4,40	5,60	5,00	34	0,55	51	0,82
	4	5,60	6,80	6,20	6	0,10	57	0,92
	5	6,80	8,00	7,40	5	0,08	62	1,00
Promedio General	4,74							
OVIP	Clase	LI	LS	MC	FA	FR	FAA	FRA
	1	2,00	2,20	2,10	17	0,27	17	0,27
	2	2,20	2,40	2,30	0	0,00	17	0,27
	3	2,40	2,60	2,50	28	0,45	45	0,73
	4	2,60	2,80	2,70	0	0,00	45	0,73
	5	2,80	3,00	2,90	17	0,27	62	1,00
Promedio General	2,5							

Finalmente, se estableció que la relación de sexos para el insecto fue de 1,2 ya que de las 100 pupas sexadas un 54,8% del total fueron hembras y el 45,2% restante machos. La prueba de Chi cuadrado indica que la relación de sexos hembra: macho del experimento corresponde a una proporción 1:1. Este dato coincide con reportes hechos por Acevedo *et al.* (1972), Hohmann y Meneguim (1993), Nava y Parra (2005) y Senasa (2006).

Poblaciones naturales de *Trichogramma* sp. (Hymenoptera: Trichogrammatidae).

Poblaciones naturales de parasitoides de huevos fueron capturadas en tres de los siete tratamientos ó fincas de evaluación. Los especímenes detectados se colectaron en el departamento del Valle del Cauca; en la finca Buenavista (Buen) ubicada en el municipio de El Cerrito a 1920 msnm y en el departamento de Tolima; en las fincas La floresta (Flor) y Nogales (Nog) ubicadas en los municipios de Herveo a 1876 y Fresno a 1148 msnm. Estas capturas fueron registradas en el periodo marzo a diciembre del año 2009.

En cuanto al porcentaje de parasitismo promedio (calculado como el número de huevos parasitados en relación con el total de huevos centinelas de *S. cerealella* instalados), el Análisis de Varianza mostró diferencias altamente significativas entre los siete tratamientos correspondientes a cada una de las siete fincas evaluadas (GL= 6; F= 7.27; P= <0.0001).

La prueba de comparación de medias de Duncan indica que el tratamiento Buenavista (Buen) registró el mayor porcentaje de huevos parasitados, siendo estadísticamente diferente con respecto a los demás tratamientos. Los tratamientos Brasil (Bra), La floresta (L. Flo), Nogales (Nog), El Jordán (E. Jor), La primavera (L. Pri) y Tijuana (Tij) resultaron ser iguales estadísticamente; sin embargo, en los tratamientos de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda no se detectaron poblaciones naturales de parasitoides de huevos de *S. cerealella*, a diferencia de los tratamientos La Floresta (L. Flo) y Nogales (Nog) donde se encontraron huevos parasitados (Figura 5A).

Las capturas significativamente diferentes de poblaciones naturales de los individuos colectados en el tratamiento Buenavista (Buen), se atribuyen a las prácticas de manejo realizadas por parte del agricultor, resaltando que esta finca hace parte de una reserva forestal, donde las aplicaciones de insecticidas son bajas y no tan frecuentes, lo cual se ve reflejado en la presencia de enemigos naturales, que juegan un papel importante en el registro de bajas poblaciones de las plagas.

En relación con los porcentajes de huevos promedio parasitados, el Análisis de Varianza reveló que se obtuvieron capturas significativamente diferentes en los nueve meses evaluados (GL = 42; F = 4.02; P= < 0.0001). La prueba de medias de Duncan indicó que el mayor porcentaje de huevos parasitados se registró en el mes de noviembre, siendo este último estadísticamente diferente con respecto a los demás meses (Figura 5B). Las poblaciones

capturadas en el mes de noviembre pueden deberse a que en este período los agricultores de las fincas evaluadas disminuyeron las aplicaciones de insecticidas (nocivos tanto para la plaga como para los enemigos naturales), puesto que este mes coincide con la época de cosecha.

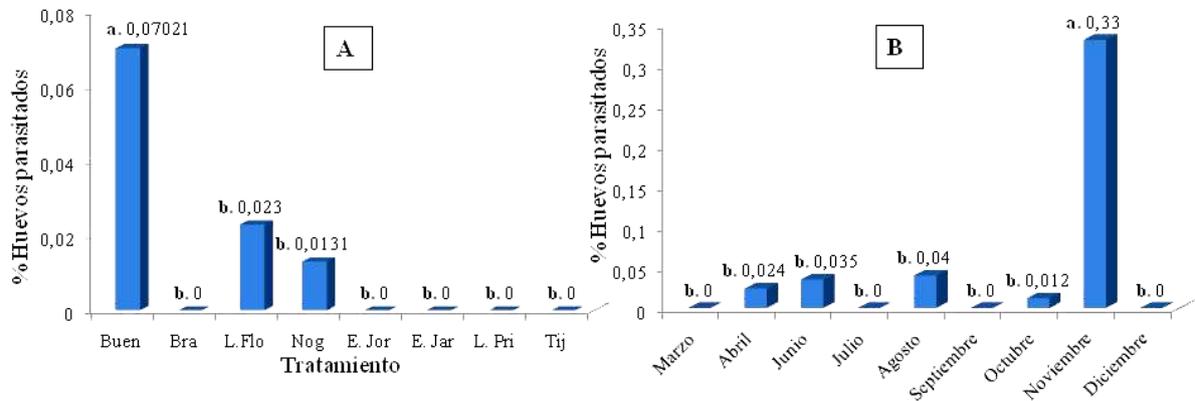


Figura 5. (A) Porcentaje promedio de huevos de *S. cerealella* parasitados por *Trichogramma* sp. en cada tratamiento. (B) Porcentaje promedio de huevos parasitados en cada uno de los nueve meses de evaluación. (Letras distintas indican diferencias estadísticas entre promedios).

Los huevos parasitados identificados por la coloración gris oscura del corión fueron colocados en cámaras de recuperación de adultos y se criaron hasta el momento de la emergencia de los parasitoides en estado adulto. En la Figura 6 se puede apreciar la tonalidad típica de los huevos parasitados en contraste con la coloración roja, habitual de los huevos de *S. cerealella*, además los orificios de salida de los microhimenópteros.

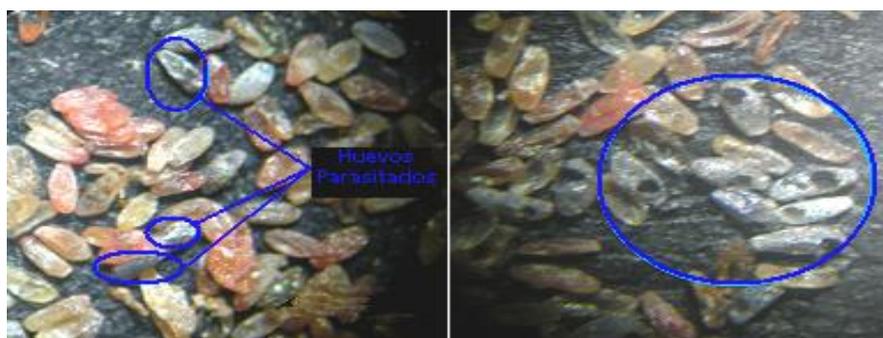


Figura 6. Izquierda: Huevos de *S. cerealella* parasitados. Derecha: Orificios de salida de los adultos de *Trichogramma* sp.

Los parasitoides capturados fueron identificados taxonómicamente como miembros del género *Trichogramma* Westwood. En promedio las avispitas adultas miden 0,22 mm de longitud (medidos desde la punta de las antenas a la parte final de las alas) cuando los insectos se encuentran en posición de reposo con las alas plegadas al dorso (Figura 7).

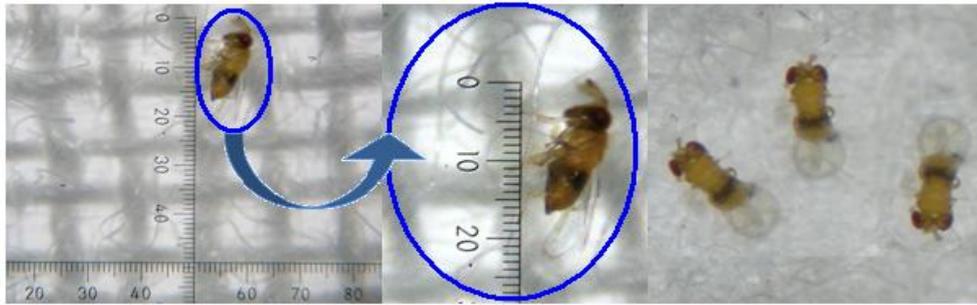


Figura 7. Individuos de *Trichogramma* sp. capturados en campo y criados en laboratorio.

Estudios posteriores permitirán evaluar el potencial del parasitoide oófago *Trichogramma* sp. con el fin de seleccionar candidatos para el control de *S. catenifer*, calculando el porcentaje de parasitismo de la población natural encontrada y de las especies comerciales para definir cuál especie posee una mejor capacidad parasítica como alternativa de incorporación en un plan de manejo integrado de la plaga.

Medición del daño de *Stenoma catenifer* según la altura sobre el nivel de mar. Se calculó el porcentaje promedio de daño por parte de *S. catenifer*, correspondiente a cada una de las fincas evaluadas. El análisis de varianza para el porcentaje de incidencia del insecto, mostró diferencia significativa entre los 12 tratamientos evaluados (GL= 11; F= 209.06; P= <0.0001).

En la Figura 8 se señalan los porcentajes promedio de daño causado por *S. catenifer*, calculados en el periodo de evaluación Marzo a Diciembre de 2009 en las finas evaluadas.

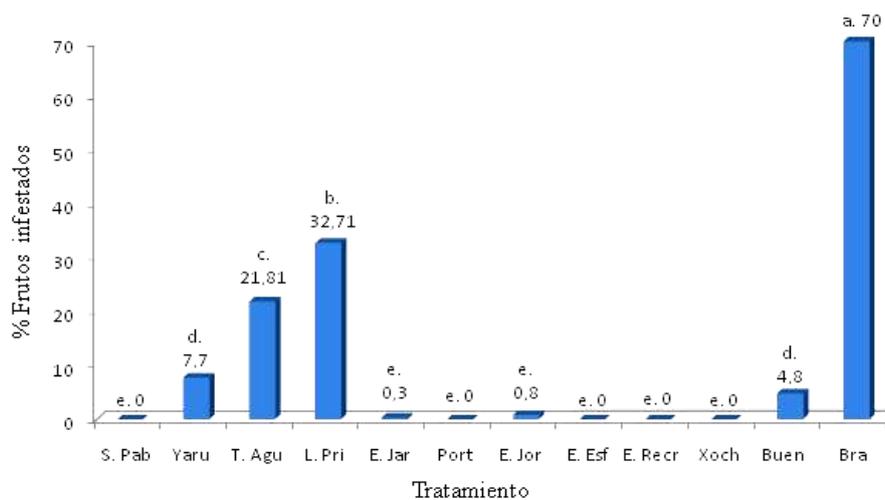


Figura 8. Porcentaje promedio de fruta infestada por parte de *S. catenifer* en cada tratamiento. (Letras distintas indican diferencias estadísticas entre promedios).

Al realizar la prueba de comparación de medias de Duncan, se encontró que el tratamiento Brasil (Bra) registró el mayor porcentaje de frutos perforados por parte de *S. catenifer*, siendo estadísticamente diferente con respecto a los demás tratamientos o fincas evaluadas.

Hoodle (2007) reporta que la variedad de aguacate más susceptible al daño por *S. catenifer* es la variedad Hass, sin embargo, el elevado porcentaje de frutos infestados calculado en el tratamiento Bra establecido con la variedad papelillo, puede atribuirse a las prácticas de manejo realizadas en la finca, pues la aplicación de insecticidas es muy frecuente, lo cual contribuye a la disminución de poblaciones naturales de parasitoides. Concordando con la presente investigación, estudios realizados por Hoodle (2007) en Guatemala; señalan que debido a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de *S. catenifer* en zonas ubicadas en alturas inferiores a los 1200 msnm el nivel de daño por *S. catenifer* es mayor.

Los tratamientos S. Pab, E. Jar, Port, E. Jor, E. Esf, E. Recr y Xoch, donde el porcentaje de infestación fue nulo o mínimo resultaron ser iguales estadísticamente. Estas fincas están ubicadas en alturas que van desde los 1200 a 1820 msnm y se encuentran establecidas con aguacate variedad Hass. Los bajos porcentajes de incidencia calculados para estas zonas constituyen un dato considerable para la posible identificación de áreas con potencialidad para el cultivo de aguacate.

CONCLUSIONES

Las fases de larva del quinto instar, prepupa, pupa y la longevidad del adulto tienen duraciones promedio de 30 horas, 3,6 horas, 10,7 días y 4,7 días respectivamente. La relación de sexos correspondió a una proporción 1:1 y la oviposición se dio a los 2,5 días a partir de la emergencia de los adultos. El número promedio de larvas de *S. catenifer* por fruto fue de 1,25. La viabilidad de la fase larval y pupal fue de 83,8% y 26,5% respectivamente.

Se capturaron poblaciones naturales del género *Trichogramma* en los departamentos de Tolima y Valle del Cauca. Las mayores capturas de parasitoides se realizaron en el mes de noviembre y de manera general en el tratamiento Buenavista.

El porcentaje de infestación de *Stenomoma catenifer* registró la incidencia más alta a 967msnm. El nivel de daño más bajo se midió entre los 1200 y 1820 msnm.

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas y entidades que colaboraron en la realización de este trabajo de investigación, principalmente a la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño especialmente a los doctores Álvaro Castillo Marín, Tulio César Lagos y Jorge Vélez por su asesoría, a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) centro de investigación C.I. Palmira, al laboratorio de Productos Biológicos Perkins Ltda. en particular a la I.A. Yaneth Patricia Ramos por su acompañamiento y dedicación, a los agricultores y administradores de las fincas donde se llevaron a cabo los experimentos, a los auxiliares de campo y laboratorio en especial a Adolfo León Arias por su valiosa colaboración, a la I.A., M.Sc. Ana Elizabeth Díaz de Corpoica C.I. La Selva y a todas las personas que de una u otra manera intervinieron haciendo posible esta experimentación.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, E. y Vásquez, J.; Soa, C. 1972. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa del aguacate *Stenoma catenifer*. Chapingo, México. Agrociencia. 9: 17–24.

APHIS. ANIMAL AND PLANT HEALTH INSPECTION SERVICE. 2004. Importation of avocado fruit (*Persea americana* Mill. var. ‘Hass’) from Mexico, a risk assessment. USDA-APHIS-PPQ, Center for Plant Health Science and Technology, Raleigh, NC.

Boscán de Martínez, N. y Godoy, F.J. 1984. Observaciones preliminares sobre la biología de *Stenoma catenifer* Wals. (Lepidoptera: Stenomidae) taladrador del aguacate (*Persea americana* Mill.). Agronomía Tropical 34: 205-208.

Crane, E. 1992. The past and present status of beekeeping with stingless bees. Bee World 73: 29-42.

Comunicación personal, Marzo 2009. Jades Jiménez y Yaneth P. Ramos. I.A. Productos biológicos PERKINS LTDA.

Davenport, T.L. 1986. Avocado flowering, Hort. Reviews, 8: 257-290.

Fruitrop. 2005. French Agricultural Research Centre for International Development Performance of Tropical Production and Processing Systems Department.

Garrido, S., Cichón, L. y Fernández, D. 2007. Control Biológico de *Carpocapsa*. La utilización de enemigos naturales como herramienta complementaria para la reducción de poblaciones plaga. Revista Fruticultura & Diversificación. INTA Chile. N°54 32.

Hohmann, C.L. y Meneguim, A.M. 1993. Observações preliminares sobre a ocorrência da broca do abacate no estado do Paraná. An. Soc. Entomol. Brasil 22: 417-419.

Hohmann, C.L., Meneguim, A.M., Andrade, E.A., Novaes, T.C. y Zandoná, C. 2003. The avocado fruit borer *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): egg and damage distribution and parasitism. Revista Brasileira de Fruticultura. 25: 432-435.

Hoodle, M.S. 2007. The Avocado Seed Moth, *Stenoma catenifer* Wals. (Lepidoptera: Elachistidae). Disponible en (<http://www.biocontrol.ucr.edu/Stenoma/Stenoma.html>) Consulta Abril 2009.

Ish-Am, G. y Eisikowitch, D. 1991. Rutas posibles de polinización del palto por abejas melíferas. Acta Hort. 288: 225-233.

Ish-Am G. y Eisikowitch, D. 1993. El comportamiento de la abeja (*Apis mellifera*) al visitar las flores del palto y su contribución a su polinización. J. Apic. Res. 32: 175-186.

MADR (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural) 2006. Apuesta exportadora agropecuaria Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2006–2020. 19 pp. Disponible en: <http://www.mincomercio.gov.co/econtent/documentos/Competitividad/InsumosApuesta1.pdf>.

Morales, J.; Vásquez, C.; Pérez, N.L.; Valera, N.; Ríos, Y.; Arrieche, N. y Querino, R.B. 2007. Especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoides de huevos de Lepidópteros en el Estado Lara, Venezuela Neotrop. entomol. 36 (4)

Nava D.E. y Parra, J.R. 2005. Comportamento de oviposição, bioecología E subsídios para o controle biológico de *Stenoma catenifer* walsingham (Lepidoptera: Elachistidae). Tesis

doctoral São Paulo-Brasil. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 140.

Nieto, A.R. 1984. Observación preliminar de la polinización entomófila en aguacate *Persea americana* Mill. Revista Chapingo 9: 54-55.

PFN. PLAN FRUTÍCOLA NACIONAL. 2006. Desarrollo de la fruticultura en Santander. Feriva. Cali, Colombia. 59 pp.

Puentes, E. y Moreno, F. 1992. Ciclo de vida y hábitos de *Stenoma catenifer* Walsingham, Lepidóptera: Stenomidae, pasador del fruto del aguacate y observaciones sobre otras plagas del fruto en Palmira, Valle. Tesis de grado Ingeniero Agrónomo. Palmira, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 96 pp.

Roubik, D.W. 1995. Pollination of Cultivated Plants in the Tropics. Roma, IT, Food agricultural organization. Agricultural Services Bulletin N° 118.

SAS. 1999. SAS OnlineDoc, version 8. SAS Institute, Cary, NC.

Statistix 8. User's manual. Analytical Software. 2003. Tallahassee FL.

SENASA. SERVICIO NACIONAL DE SANIDAD AGRARIA. 2006. Manual de procedimientos para la prospección de *Stenoma catenifer*. Disponible en www.senasa.org.pe

Vithanage, H.I. 1990. El rol de la abeja Europea (*Apis mellifera* L.) en la polinización del palto. J. Hort. Sci. 65: 81-86.