

BIOLOGÍA DEL PASADOR DEL FRUTO DEL AGUACATE *Stenoma catenifer* WALSINGHAM (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) Y BÚSQUEDA DE SUS POSIBLES ENEMIGOS NATURALES*

Marilyn Belline Manrique B.¹, Arturo Carabalí², Takumasa Kondo³, Tito Bacca⁴

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 recolectados emergieron larvas de 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, así como en los municipios de Herveo a 1876 msnm y Fresno a 1148 msnm en el departamento del Tolima.

Palabras clave: *Persea americana*, huevos centinelas, *Trichogramma*.

* FR: 27-IX-2014. FA: 19-I-2015.

¹ Ingeniero Agrónomo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, C.I. Palmira. E-mail: belline27@hotmail.com.

² I.A., Ph.D. Entomólogo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA C.I. Palmira. E-mail: acarabali@corpoica.org.co.

³ I.A., M.Sc., Ph.D. Entomólogo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA C.I. Palmira. E-mail: tkondo@corpoica.org.co.

⁴ I.A., M.Sc., Ph.D. Profesor Titular, Facultad de Ciencias Agrícolas, Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño. E-mail: tirobacca@gmail.com.

CÓMO CITAR:

MANRIQUE B., M.B., CARABALÍ, A., KONDO, D.T. & BACCA, T., 2014.- Biología del pasador del fruto del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) y búsqueda de sus posibles enemigos naturales. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas*, 18 (2): 79-92.

BIOLOGY OF THE AVOCADO FRUIT BORER *Stenoma catenifer* WALSINGHAM (LEPIDOPTERA: ELACHISTIDAE) AND SEARCH FOR ITS POTENTIAL NATURAL ENEMIES

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 the percentage of damage the avocado fruit borer causes was measured in four Departments. Twenty-two mm, 5th-instars *S. catenifer* larvae emerged from fruits collected which turned into the prepupal stage after 1.28 days. During the transition from prepupae to pupae changes in the tonality of individuals was observed from bright turquoise blue to bright brown over a period of 0.15 days. The time from pupa to adult took 10.7 days. Longevity was 4.74 days and oviposition took place from the second day after the emergence of the adult moths. It was possible to detect specimens from the *Trichogramma* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae) genus in the municipality of El Cerrito in the Department of Valle del Cauca at 1,920 masl; and in the municipalities of Herveo at 1,876 masl., and Fresno at 1,148 masl. in the Department of Tolima.

Key words: *Persea americana*, sentinel eggs, *Trichogramma*.

INTRODUCCIÓN

El aguacate *Persea americana* Mill., presenta un gran potencial como un producto exportable en Colombia, siendo en el 2012 el quinto país productor en el mundo, representando el 8,14 % de la producción mundial de esta fruta (FAO, 2014). El rendimiento promedio nacional en 2012 fue de 9,2 t/ha, el cual supera al promedio mundial de 8,2 t/ha registrado para 2009 (AGRONET, 2012; MINECONOMIA DE MÉXICO, 2011).

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 2019 (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 involucran actualmente la adquisición de insumos químicos para el manejo de los diversos limitantes entomológicos del cultivo.

Las medidas 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 registrados en esta región, pero que son inexistentes en Estados Unidos (APHIS, 2004).

Los estudios entomológicos asociados al cultivo de aguacate 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* Boheman y *Conotrachelus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), de las cuales se destaca en Colombia, como plaga de importancia económica, *S. catenifer*, que causa pérdidas en la producción superiores a 25,6 % (PUENTES & MORENO, 1992).

El pasador del fruto del aguacate, *S. catenifer*, ha sido priorizado por los agricultores como el mayor limitante entomológico para la producción competitiva de aguacate en Colombia. Además, es considerada plaga cuarentenaria que puede causar pérdidas totales en la producción (HOHMANN & 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. 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, al igual que otros (DAVENPORT, 1986; VITHANAGE, 1990; ISH-AM & EISIKOWITCH, 1991; NIETO, 1984; CRANE, 1992; ROUBIK, 1995). Según lo anterior, el control biológico surge como una alternativa importante que se debe integrar al manejo de *S. catenifer*, contribuyendo en la regulación biológica de la plaga.

Por tal motivo, los objetivos se enfocaron en evaluar bajo condiciones de laboratorio aspectos sobre la biología de *S. catenifer*, detectar poblaciones naturales de *Trichogramma* como agente potencial para el control de huevos de dicha especie, además de medir el daño de *S. catenifer* en 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, así como en los departamentos del 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 con un área de 0,64 ha, con una densidad de siembra de 5 m entre plantas y 7 m entre hileras; al igual que en la finca Buenavista, municipio de El Cerrito, departamento del Valle del Cauca, a 1954 msnm donde se encuentran establecidas 2 ha con aguacate, con una densidad de siembra de 8 m entre plantas y 12 m entre hileras.

En estas fincas se evaluaron frutos cada 15 días, en estos se observó los diferentes estados de desarrollo de *S. catenifer* tanto de frutos del suelo como de la copa del árbol. El daño de la plaga fue identificado por los orificios de penetración de la larva, por la presencia de exudaciones blancas que se tornan de color café y los excrementos dejados por la larva (Figura 1) (SENASA, 2006).

Los frutos perforados por *S. catenifer* 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.

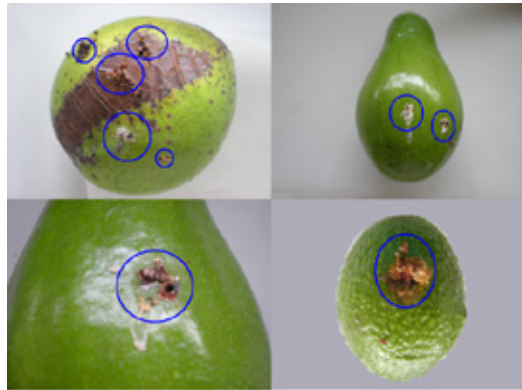


Figura 1. Frutos de aguacate con signos de infestación por parte de *Stenoma catenifer* donde se pueden apreciar los orificios de penetración y desechos dejados por las larvas.

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. Las pupas hembras presentan una abertura genital entre el octavo y noveno segmento abdominal, en cuanto que los machos no presentan ningún segmento abdominal, mientras que en el estado adulto por cilios abundantes en las antenas (ACEVEDO *et al.*, 1972; NAVA *et al.*, 2005a).

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 para alimentar los adultos, papel toalla con depresiones, una plántula, frutos y semillas desnudas de aguacate (NAVA *et al.*, 2005a).

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. Además, se calcularon los periodos de duración de las fases; larva del quinto instar, prepupa, pupa y adulto, también se estimó el tiempo entre la emergencia de las hembras y la oviposición. Asimismo, 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 (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 del Tolima y el 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 | Buenvista | 1954 | 0,64 | 16 |
| Valle del Cauca | Palmira | Brasil | 967 | 2 | 25 |

Por la dificultad de producción masiva de huevos de *S. catenifer*, que podrían ser parasitados por parasitoide de huevos, se instalaron en los árboles de aguacate 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; MORALES *et al.*, 2007).

Los huevos centinela de *S. cerealella* fueron obtenidos de la cría de manutención de la polilla de los granos almacenados en el laboratorio de Productos Biológicos Perkins (Palmira-Valle). Se emplearon aproximadamente 4 g 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 $\frac{1}{2}$ plg². Las laminillas contenedoras de huevos centinela fueron sujetas a la base del pedúnculo de un fruto joven, usando alambre de cobre (Fig. 2) y para evitar que los huevos centinela fueran depredados por hormigas se impregnó vaselina sobre el alambre.

En cada una de las fincas o tratamientos evaluados (Tabla 1) 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 $\frac{1}{2}$ plg² con huevos centinela de *S. cerealella*. Para un total de 200 láminas por cada finca (NAVA, 2005).

**Figura 2.** 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 el laboratorio se dejaron tres contramuestras testigo (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 trasladados 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 (comunicación personal de J. Jiménez).

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 para su posterior identificación taxonómica, utilizando las características mencionadas por NAGARKATTI & NAGARAJA (1977), para la descripción del género *Trichogramma*.

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 corresponden a un tratamiento, cada árbol se consideró como una repetición. Se realizó estadística descriptiva, un análisis de varianza y pruebas de comparación de promedios de Duncan.

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 (Fig. 3A, B), las cuales se transforman en prepupa entre las 20 a 40 horas siguientes (Fig. 3D). 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 (Fig. 3C, D). El tiempo transcurrido de pupa a adulto fue en promedio de 10,74 días; la longevidad del adulto fue de 3 a 6 días, al igual que hubo oviposición a partir del segundo día después de la emergencia de adultos (Tabla 3).

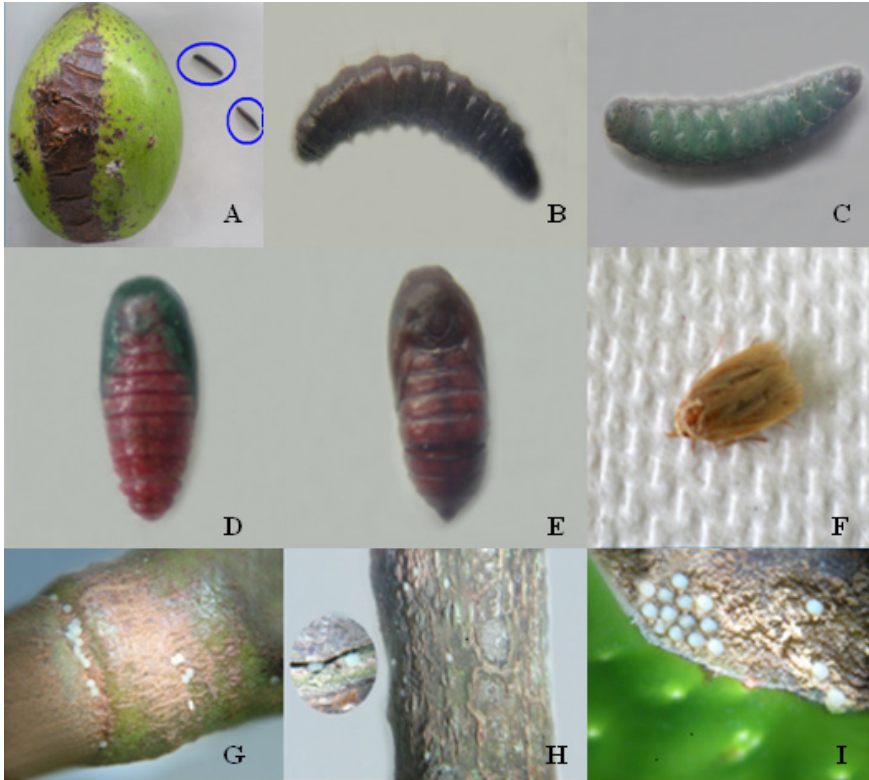


Figura 3. Fases de desarrollo de *S. catenifer*. **A.** Larva del quinto instar emergiendo de fruto. **B.** Larva vista dorsal. **C.** Larva vista ventral. **D.** Prepupa. **E.** Pupa. **F.** Adulto. **G.** Huevos sobre pedúnculo. **H.** Huevos sobre rama. **I.** Huevos sobre la epidermis del fruto.

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 (Fig. 3G, 3H, 3I). 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 de las plántulas de aguacate. Estas observaciones concuerdan con reportes hechos por HODDLE & HODDLE (2008) y por PUENTES & MORENO (1992). Los tiempos calculados desde la emergencia de adultos hasta la oviposición coinciden con ACEVEDO *et al.* (1972) y HOHMANN & 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) (Fig. 3C). En este estudio, se cuantificaron hasta diez larvas del quinto instar emergiendo de un solo fruto de aguacate atacado por *S. catenifer*; HODDLE & HODDLE (2008) reportan hasta siete larvas/fruto y NAVA *et al.* (2006) entre uno a cuatro larvas/fruto. El número promedio de larvas por fruto calculado

para el experimento fue de 1,52. Frente a esto HODDLE & HODDLE (2008) señalan 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 en una sola 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 %. La viabilidad larval y pupal encontrada por NAVA *et al.* (2005b) fueron superiores al 80 % siendo afectadas a temperaturas de cría mayores de 30 °C. Por el contrario, HOHMANN & MENEGUIM (1993) mostraron una viabilidad de la fase del 25,4 % y 82,8 %, respectivamente, la baja viabilidad de la fase larval puede estar asociada por la cría del insecto en frutos de aguacate y no en semillas, que son más resistentes al ataque de microorganismos y aparentemente conservan las cualidades nutricionales del alimento (NAVA *et al.*, 2005b).

El periodo de duración del estado de prepupa (Fig. 3D) duró entre 2,3 y 5,04 horas. Se observó que la pupa de *S. catenifer* (Fig. 3E) es tipo obrecta, de coloración café, presenta dimorfismo sexual y que tan 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 (Fig. 3F) (ACEVEDO *et al.*, 1972). Al igual que en la fase pupal, en el estado adulto existe dimorfismo sexual que 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 & MENEGUIM (1993) y por PUENTES & 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 & 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 & MENEGUIM (1993) en el Estado de Paraná, Brasil. No obstante, coincidiendo con lo apreciado por NAVA *et al.* (2005b), 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, pupa, adulto y oviposición de *S. catenifer*.

| Larva 5 | 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 | | | | | | | |
| Prepupa | 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 | | | | | | | |
| Pupa | 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 | | | | | | | |
| Adulto | 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 | | | | | | | |
| Días de preoviposición | 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 | | | | | | | |

*(LI: límite inferior; LS: límite superior; MC: marca de clase; FA: frecuencia absoluta; FR: frecuencia relativa; FAA: frecuencia absoluta acumulada; FRA: frecuencia relativa acumulada).

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, mientras que 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 & MENEGUIM (1993), NAVA (2005) y SENASA (2006).

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

Fueron capturados individuos de *Trichogramma* sp. en tres de las siete fincas evaluadas. 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 del 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 entre el periodo de marzo a diciembre de 2009.

Según el análisis de varianza para el porcentaje promedio de parasitismo de *Trichogramma* sp. (calculado como el número de huevos parasitados en relación con el total de huevos centinelas de *S. cerealella* instalados) (Figs. 4 y 5), 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, mostró que la finca Buenavista (Buen) registró el mayor porcentaje de huevos parasitados con respecto a las demás fincas. En las fincas 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 las fincas de los departamentos de Caldas, Quindío y Risaralda no se detectaron poblaciones naturales de parasitoides de huevos de *S. cerealella*, a diferencia de las fincas La Floresta (L. Flo) y Nogales (Nog) donde se encontraron huevos parasitados (Fig. 4).

Las mayores capturas de *Trichogramma* sp. en la finca Buenavista (Buen) se atribuyen, posiblemente, 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.

Con respecto del parasitismo en el tiempo hubo diferencias 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 (Fig. 5). 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.

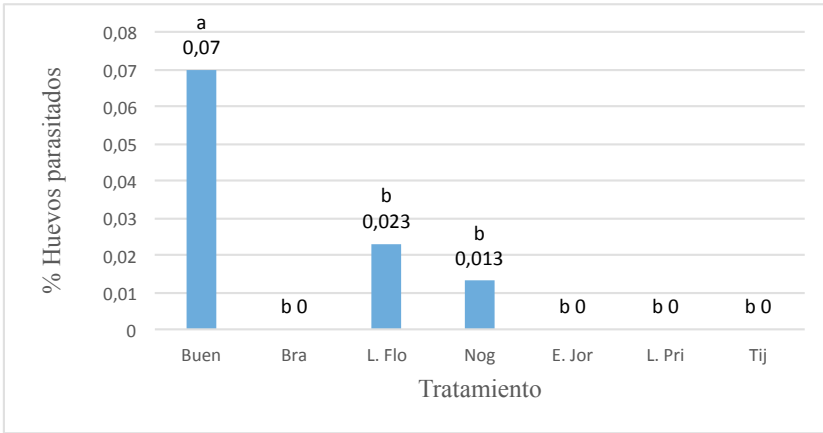


Figura 4. Porcentaje promedio de huevos de *S. cerealella* parasitados por *Trichogramma* sp. en cada tratamiento; **B.** Porcentaje promedio de huevos parasitados en cada uno de los nueve meses de evaluación (letras distintas indican diferencias estadísticas entre promedios).

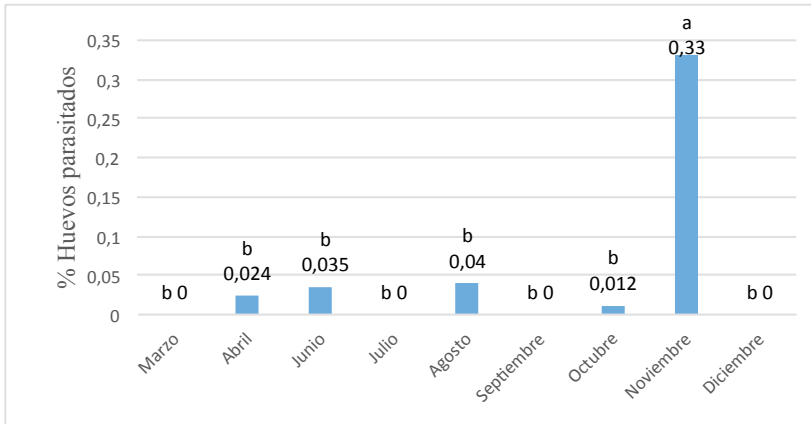


Figura 5. Porcentaje promedio de huevos parasitados en cada uno de los nueve meses de evaluación (letras distintas indican diferencias estadísticas entre promedios).

Los parasitoides adultos del género *Trichogramma*, en promedio 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 (Fig. 5).

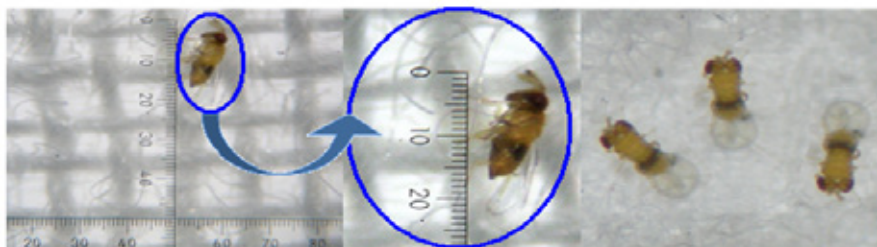


Figura 6. Individuos de *Trichogramma* sp. capturados en campo y criados en laboratorio.

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. *Trichogramma* spp. tiene un alto potencial parasitoide de huevos del pasador del aguacate debido a que en el Estado de Paraná, Brasil, fue encontrado parasitismos de hasta el 70 % en huevos de *S. catenifer*, las especies más reconocidas en este estudio fueron *Trichogramma pretiosum* Riley, *Trichogramma bruni* Nagaraja y *Trichogrammatoidea annulata* DeSantis (HOHMANN *et al.*, 2003).

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* sp. en los departamentos del Tolima y Valle del Cauca. Las mayores capturas de parasitoides se realizaron en el mes de noviembre y de manera general en la finca Buenavista (Valle del Cauca).

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de Productos Biológicos Perkins Ltda. en particular 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 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. Este estudio fue financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). “Generación de tecnología para el manejo sostenible de insectos perforadores de frutos del aguacate en Colombia.

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.
- AGRONET, 2012.- Anuario Estadístico del Sector Agropecuario. Anuario 2012-BASE Frutas (1992-2012) y Hortalizas (1996-2012). Recuperado de http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/public/Anuario/Base_Frutas_Hortalizas.xlsx.
- APHIS, 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 MARTINEZ, N. & GODOY, F.J., 1984.- Observaciones preliminares sobre la biología de *Stenoma catenifer* Wals. (Lepidoptera: Stenomidae) taladrador del aguacate (*Persea americana* Mill.). *Agron. Trop.*, 34: 205-208.
- CRANE, E., 1992.- The past and present status of beekeeping with stingless bees. *Bee World*, 73: 29-42.
- DAVENPORT, T.L., 1986.- Avocado flowering. *Hortic. Rev.*, 8: 257-290.
- FAO, 2014.- FAOSTAT. Recuperado de <http://193.43.36.221/site/339/default.aspx>.
- GARRIDO, S., CICHÓN, L. & FERNÁNDEZ, D., 2007.- Control Biológico de *Carpocapsa*. La utilización de enemigos naturales como herramienta complementaria para la reducción de poblaciones plaga. *Rev. Fruticultura y Diversificación INTA*, 54: 26-33.
- MINISTRY OF ECONOMY OF MEXICO, 2011.- *Monograph of Mexico's avocado sector: Current status and market opportunities*. Department of basic industries of Mexico, México.
- HOHMANN, C.L. & MENEGUIM, A.M., 1993.- Observações preliminares sobre a ocorrência da broca do abacate no estado do Paraná. *An. Soc. Entomol. Bras.*, 22: 417-419.
- HOHMANN, C.L., MENEGUIM, A.M., ANDRADE, E.A., NOVAES, T.C. & ZANDONÁ, C., 2003.- The avocado fruit borer *Stenoma catenifer* (Wals.) (Lepidoptera: Elachistidae): Egg and damage distribution and parasitism. *Rev. Bras. Fruticultura*, 25: 432-435.
- HODDLE, M.S. & HODDLE, C.D., 2008.- Bioecology of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae) and associated larval parasitoids reared from Hass avocados in Guatemala. *J. Econ. Entomol.*, 101 (3): 692-698.
- ISH-AM, G. & EISIKOWITZ, D., 1991.- Possible routes of avocado tree pollination by honeybees. *Acta Hortic.*, 288: 225-233.
- MADR, 2006.- *Apuesta exportadora agropecuaria. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural 2006-2020*. Recuperado de <http://www.mincomercio.gov.co/econtent/documentos/Competitividad/InsumosApuesta1.pdf>.
- MORALES, J., VÁSQUEZ, C., PÉREZ, N.L., VALERA, N., RÍOS, Y., ARRIECHE, N. & QUERINO, R.B., 2007.- Especies de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) parasitoides de huevos de Lepidópteros en el Estado Lara, Venezuela. *Neotrop. Entomol.*, 36 (4): 542-546.
- NAGARKATTI, S. & NAGARAJA, H., 1977.- Biosystematics of *Trichogramma* and Trichogrammatoidea species. *Annu. Rev. Entomol.*, 22 (1): 157-176.
- NAVA, D.E., PARRA, J.R.P., DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I. & BENTO, J.M.S., 2005a.- Oviposition behavior of *Stenoma catenifer* (Lepidoptera: Elachistidae): Chemical and physical stimuli and diel pattern of egg laying. *Ann. Entomol. Soc. Am.*, 98 (3): 409-414.
- NAVA, D.E., HADDAD, M.D.L. & PARRA, J.R.P., 2005b.- Exigências térmicas, estimativa do número de gerações de *Stenoma catenifer* e comprovação do modelo em campo. *Pesq. Agropec.*, 40 (10): 961-967.
- NAVA, D.E., PARRA, J.R., BENTO, J.M., DIEZ-RODRÍGUEZ, G.I. & HADDAD, M.L., 2006.- Distribuição vertical, danos e controle cultural de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae) em pomar de abacate. *Neotrop. Entomol.*, 35 (4): 516-522.
- NAVA, D.E., 2005.- Comportamento de oviposição, bioecología e subsídios para o controle biológico de *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae): Disertación de Doctorado (Doctorado en Entomología), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- NIETO, A.R., 1984.- Observación preliminar de la polinización entomófila en aguacate *Persea americana* Mill. *Rev. Chapingo*, 9: 54-55.
- PUNTES, E. & MORENO, F., 1992.- Ciclo de vida y hábitos de *Stenoma catenifer* Walsingham, Lepidoptera: Stenomidae, pasador del fruto del aguacate y observaciones sobre otras plagas del fruto en Palmira, Valle: Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Nacional de Colombia sede Palmira.
- ROUBIK, D.W., 1995.- *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics*. Roma, IT, Food Agricultural Organization. *Agricultural Services Bulletin*, 118.
- SENASA, 2006.- Manual de procedimientos para la prospección de *Stenoma catenifer*. Recuperado de www.SENASA.org.pe.
- VITHANAGE, H.I., 1990.- The role of the European honeybee (*Apis mellifera* L.) in avocado pollination. *J. Hortic. Sci.*, 65: 81-86.