

EVALUACION DEL DAÑO OCASIONADO POR EL PERFORADOR DEL AGUACATE *Heilipus. sp* (Coleoptera : Curculionidae)

LUIS CAICEDO R¹; EDGAR VARON D²; TITO BACCA³; ARTURO CARABALI⁴.

RESUMEN

En el norte del Tolima, en el año 2007 se observó la presencia de frutos de aguacate perforados, desconociéndose el perforador involucrado y la magnitud del daño. Para explicar el daño, se hizo la cría y descripción del perforador estableciendo duración del estado pupal, caracterización del daño y la estimación del daño en cosecha. Se individualizó frutos en diferentes cámaras de cría y se contabilizó número de días hasta la emergencia del adulto para observar su morfología, se hizo supervisión externa e interna de frutos afectados y se monitoreo cosecha de fincas. Las cámaras de cría tipo tarrina o cajas tipo mantequillero donde se colocó un substrato de suelo estéril o toalla absorbente con desinfección del fruto con hipoclorito de sodio, fueron convenientes para la cría ($p \leq 0.05$). El perforador encontrado tuvo características morfológicas externas de *Heilipus lauri* B. que empupó a los 65.3 ± 1.42 días, la pupa duró 15.14 ± 0.33 días y el adulto emergió a los 80.1 ± 1.36 días. El daño consistió en una perforación en la epidermis con presencia de una costra circular negra, presencia de excretas blanquecinas y barrenación de larva en pulpa y semilla. De 12 árboles en cosecha por finca, se registró el 0.03% y 3.21 % de daño en Fresno y Herveo respectivamente. El análisis de regresión múltiple (*Stepwise*) mostró que la cantidad de plateos/año estuvo correlacionada con el porcentaje de árboles infestados ($p \leq 0.005$ y $r^2 0.73$).

Palabras claves: Insecto, descripción morfológica, manejo de la finca, altitud de finca.

¹Estudiante. Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño. Email:lcaicedo@hotmail.com

²PhD. Investigador Asistente. Entomólogo. Corpoica, C.I., Nataima, Tolima, Colombia. Email:evaron@corpoica.org.co.

³PhD. Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Email:titobacca@gmail.com

⁴PhD. Investigador Asistente. Entomólogo. Corpoica, C.I., Palmira, Valle, Colombia. Email:acarabali@corpoica.org.co.

EVALUATION OF THE DAMAGE BY THE BORER (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN AVOCADO

LUIS CAICEDO R¹; EDGAR VARON D²; TITO BACCA³; ARTURO CARABALI⁴.

ABSTRACT

Avocado Growers the region in North Tolima reported the presence of bored fruits. Its magnitude and the species involved were unknown. With the aim of finding the cause of the damage, the insect was reared, the life cycle was established, a morphological description was made, its damage was characterized and the damage level at harvest was assessed. Bored fruits were gathered from avocado farms. Those fruits were put into rearing chambers. The rearing chambers that were made of transparent plastic material with the addition of sterile soil or paper towel plus sodium hypochlorite had the best results ($p \leq 0.05$). The species found was *Heilipus lauri* B, the insect pupated at 65.3 ± 1.42 days, and the pupae duration was 15.14 ± 0.33 days. The adult stage appeared at 80.1 ± 1.36 days. The damage consisted on a boring through the skin with a blackish scab, whitish feces and an internal boring through flesh and seed made by the larvae. From 12 trees at harvest per each of eight farms, there was a 0.03% and 3.21% of injury for Fresno and Herveo respectively. The results of a *Stepwise* Multiple Regression model showed that the variable soil dig up were associated with the % of infested trees ($p \leq 0.005$ y $r^2 0.73$).

key words: Insect, morphological description, farm management, farm altitude.

¹Estudiante. Ingeniería Agronómica, Universidad de Nariño. Email:lcaicedo@hotmail.com

²PhD. Investigador Asistente. Entomólogo. Corpoica, C.I., Nataima, Tolima, Colombia. Email:evaron@corpoica.org.co.

³PhD. Profesor Asociado. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Email:titobacca@gmail.com

⁴PhD. Investigador Asistente. Entomólogo. Corpoica, C.I., Palmira, Valle, Colombia. Email:acarabali@corpoica.org.co.

INTRODUCCION

El fruto de aguacate variedad Hass se perfila como producto tipo exportación debido a que la fruta es reconocida como una de las más exóticas y nutritivas que se producen en Colombia; donde se registran aproximadamente 21.700 hectáreas dedicadas a su explotación en diferentes variedades, con una producción promedio de 225.375 toneladas para el año 2009, siendo el departamento del Tolima el tercero en area sembrada (4.000 Has) aportando con 41.581 toneladas (Neira, 2009).

Una de las mayores limitantes para el comercio del aguacate son los problemas entomológicos que generan la restricción y normas de cuarentena que son mucho más importantes en el día de hoy que las barreras arancelarias (Díaz, 2007). En nuestro país se ha registrado la presencia de insectos perforadores del aguacate, entre ellos la polilla de la semilla del aguacate, *Stenomoma catenifer* Walsingham (Lepidoptera: Elachistidae), los picudos *Heilipus lauri* Bohemann y *Conotrachelus* spp. (Coleoptera: Curculionidae), insectos que conforman un complejo de plagas que se alimentan de la pulpa y la semilla en distintos genotipos de aguacates y están ampliamente distribuidos en las diferentes zonas productoras del país como Valle del Cauca, Caldas, Risaralda, Quindío y Tolima (Hoyos y Giraldo, 1984), generando pérdidas significativas de frutos. En el caso particular de *S. catenifer* se reportan pérdidas en cosecha entre el 25.6% y el 60% (Puentes y Moreno, 1992 citados por Alvares, 2003). El género *Conotrachelus* y la especie *H. lauri* se han reportado en varias zonas del país, pero no se conoce información sobre su bioecología ni su nivel de infestación en el Tolima. Sin embargo, se conoce que estas especies en otros países fueron capaces de afectar hasta el 80% de los frutos (Waite y Martínez, 2002). Medina (2005) documentó que en Morelos estado de México *H. lauri* tuvo preferencia por frutos de aguacate criollo, *P. americana*, var. *Drymifolia* y por los cultivares Choquette, Fuerte y Hass, donde causó 33.3 %, 39.21 % y 59.57 % de daño respectivamente.

García (1962), reportó el primer estudio sobre la biología de *H. lauri* demostrando que el huevo tuvo un periodo de incubación de 12 a 14 días, el estado de larva tuvo una duración de 54 a 63 días, con cinco posibles instares larvarios; la pupa registró una duración de 14 a

16 días y la longevidad del adulto osciló entre 3.5 a 4.0 meses, sin embargo, en el trabajo de laboratorio, el autor no mencionó variables como temperatura, humedad relativa y fotoperíodo. De acuerdo a Castañeda (2008) en condiciones de laboratorio ($26\pm 2^{\circ}\text{C}$, 60-70% HR y fotoperíodo 12:12) el ciclo biológico para el huevo fue de 10.87 ± 0.45 días, el de larva 48.51 ± 2.30 días y el de pupa fue de 15.32 ± 1.58 días, mientras que la longevidad del adulto fue de 309.55 ± 86.72 días. El ciclo biológico total de *H.lauri* a partir de frutos perforados como medios de cría del perforador tuvo una duración 80 días de acuerdo a Del Ángel-Coronel (2006).

El daño causado por *H. lauri* se presenta cuando los adultos se alimentan de las hojas, brotes y botones y la hembra adulta hace una perforación en el fruto en forma de media luna para ovipositar (Rodríguez, 1992); depositando uno a dos huevos por fruto para un total de 36 huevos/mes, al emerger las larvas apodas, éstas barrenan la pulpa de un lado al otro y se introducen en la semilla, de la cual se alimentan, debilitando el fruto el cual cae al suelo (Peña 1998, citado por Wysoki *et al.*, 2002). Posteriormente las larvas al terminar su ciclo de vida empupan internamente en la semilla del fruto de aguacate hasta la emergencia del adulto, el cual sale por un orificio que hace con el pico o rostrum (Medina, 2005).

Teniendo en cuenta que el perforador del aguacate es una limitante que impide una óptima producción y restricción para la comercialización del aguacate, es importante tanto describir la especie de perforador del fruto, conocer aspectos de su ciclo de vida como caracterizar y cuantificar el daño directo que producen con el fin de contribuir con un soporte para mitigar el riesgo asociado a estos perforadores del aguacate y evitar tratamientos cuarentenarios. Por tal motivo se realizó el presente trabajo, el cual reporta una metodología para la cría de pupas y adultos, el tiempo de desarrollo del estado de pupa, características morfológicas del estado adulto, además de caracterizar el daño causado por la larva y el adulto del perforador; asimismo a nivel de campo se estimó el nivel de daño en cosecha del fruto del aguacate causado por perforadores.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo en condiciones de casa de malla y fase de campo. La casa de malla se realizó en la finca Cafetales Villa María, vereda Mireya del municipio de Fresno, a 1358 msnm y coordenadas de N 05° 09' 7" y W 075° 01' 19.6" con una temperatura promedio de 26.12 ± 0.33 °C, 71% HR. La fase de campo se realizó en fincas de los municipios de Fresno y Herveo (Tab.1), ubicadas al norte del departamento del Tolima.

Tabla 1. Relación de fincas monitoreadas en los municipios de Fresno y Herveo.

Municipio	Vereda	Finca	msnm	Coordenadas
Fresno	Campeón	Sta. Coloma	1861	N 5° 09' 08.80" W 75° 05' 13.67"
	La Florida	La Esmeralda	1680	N 5° 09' 31.92" W 75° 03' 12.81"
	Campeón	La 24	1653	N 5° 08' 23.93" W 75° 04' 09.48"
	Mireya	Soacol	1406	N 5° 10' 02.79" W 75° 01' 38.40"
Herveo	El placer	Peñoles	2055	N 5° 05' 52.05" W 75° 11' 51.65"
	Tesoritos	Arrayanes	2008	N 5° 02' 50.06" W 75° 12' 29.44"
	La Cristalina	El Edén	1970	N 5° 04' 41.08" W 75° 12' 01.10"
	Damas Bajas	La Floresta	1893	N 5° 03' 01.37" W 75° 11' 55.86"

Cría y descripción morfológica del insecto perforador. Se recolectaron 202 frutos infestados por el perforador, obtenidos de las fincas ya referenciadas. El criterio de selección de estos frutos consistió en observar en su epidermis la presencia de una costra circular oscura, excretas en forma de resina o presencia de una perforación (Medina, 2005). Posteriormente estos frutos se llevaron a la casa de malla y se individualizaron como fuente de alimento para el perforador del aguacate en dos tipos de cámaras de cría: tarrinas circulares transparentes plásticas y cajas cuadradas transparentes plásticas de tipo mantequillero con o sin substratos (toalla absorbente o suelo estéril) introducidos al fondo de las cámaras de cría. Se utilizó hipoclorito de sodio para desinfectar algunos frutos y todas las cámaras de cría se cubrieron con una muselina. A los 55 días, se disectó cada uno de los frutos hasta llegar a la semilla teniendo en cuenta que la aparición de la pupa se presenta en un rango de 66 a 78 días según Wysoki *et al.*, (2002) y de 54 a 68 días según Castañeda (2008).

Las larvas que se encontraron vivas se reintrodujeron en semillas nuevas y frescas provistas de un orificio para observación del cambio sucesivo de la aparición de la pupa y luego a adulto, ubicándolas en cámaras con arena húmeda con el fin de que estas semillas pudieran conservarse como alimento fresco para las larvas. Esta metodología fue una modificación a la usada por Acevedo *et al.*, (1973).

La evaluación consistió en la observación diaria, toma de temperatura, humedad relativa de casa de malla y conteo de número días desde el momento de la introducción del fruto perforado en cámara de cría hasta la aparición de pupas y/o emergencia de adultos. Mediante observaciones al estereoscopio se monitoreó la posible presencia de entomopatógenos de larvas, pupas y adultos y se registró la variable número de adultos obtenidos en cada cámara y el tiempo en días hasta la formación de pupa y emergencia de adulto.

Una vez se obtuvieron los adultos en las cámaras de cría, sólo se describieron estructuras morfológica externas del perforador que pueden facilitar la identificación del insecto de acuerdo a claves propuestas por Barber (1912), confrontando con la descripción propuesta por García, 1962; Castañeda *et al.*, 2009 y se enviaron los adultos al C.I Palmira de Corpoica para comparar con especies de perforadores de su colección.

Caracterización del daño. Se tomaron un total de 100 frutos de aguacate perforados de diferentes tamaños. El criterio de selección de estos frutos fue el mismo descrito en la metodología para cría de pupas y adultos de perforadores. La recolección de los frutos se hizo de las fincas ya referenciadas en los municipio de Fresno y Herveo y se registró tanto la longitud polar (distancia entre polos) con un vernier, como el número de perforaciones por fruto, la medida del diámetro y forma de la perforación y los signos externos en el fruto; una vez estos frutos llegaron a su madurez plena al tornarse la epidermis del fruto color verde oscuro, se destruyeron, haciéndose previamente observaciones del daño, estableciendo el porcentaje de daño en la epidermis, la pulpa y/o la semilla.

Estimación del daño en cosecha. En cada municipio se seleccionaron cuatro fincas a diferentes alturas sobre el nivel del mar (Tab.1), escogiendo una parcela por finca. Cada parcela se conformó por 30 árboles de la variedad Hass con buena cantidad de frutos sembrados con diferentes densidades de siembra (156,123,100árboles/ha), seleccionándose los 12 árboles centrales los cuales se marcaron con cintas azules de polipropileno y se rotularon con un código para cada árbol, constituyéndose esta parcela como la unidad de muestreo teniendo en cuenta como base la norma NOM-O66-FITO 2002 (SARAGAPA, 2002) para el monitoreo de frutos perforados por el perforador del aguacate, la cual establece que en caso de cultivos comerciales se revisen un total del 10% de árboles/ha y 50/ha árboles en zonas de exportación. En cada cosecha, se contabilizó el número de frutos y el peso de los frutos infestados por perforadores por cada unidad de muestreo, para determinar el porcentaje de daño.

Las evaluaciones se realizaron a 5 y 7 cosechas anuales en los municipio de Herveo y Fresno respectivamente en cada época de cosecha (establecida de acuerdo a la programación de cosecha estimada por el productor). Finalmente, se llevaron a cabo encuestas a los productores con el fin de conocer el manejo que hacen de sus fincas y se correlacionaron con el porcentaje de daño, lo cual se apoyó con revisión de literatura sobre manejo y control por perforadores. Se evaluaron diez variables independientes como fueron: Edad del cultivo, densidad de siembra/ha, cantidad de podas/año, cantidad de plateos/año, número de recolección y entierre de frutos/año, cantidad de insecticida aplicado en litros/ha, ingrediente activo, categoría toxicológica del insecticida. Además de dos variables de condición geográfica como altitud y finca. Para estimar este daño se utilizaron las fórmulas propuestas y adaptadas por Malavasi (1984):

$$\% \text{ de frutos con da\~{n}o} = \frac{\text{No de frutos afectados}}{\text{No total de frutos analizados}} \times 100$$

$$\% \text{ de peso de frutos con da\~{n}o} = \frac{\text{Peso de frutos afectado}}{\text{Peso total de frutos cosechados}} \times 100$$

$$\% \text{ de \r{a}rboles infestados} = \frac{\text{No de \r{a}rboles afectados}}{\text{No total de \r{a}rboles monitoreados}} \times 100$$

An\u00e1lisis estad\u00edstico. Para determinar el mejor tipo de c\u00e1mara de cr\u00eda de pupas y adultos se realiz\u00f3 un an\u00e1lisis de varianza en el programa SAS (Statistical Analysis System, 1999), mediante el procedimiento de ANOVA, bajo el dise\u00f1o completamente al azar y la comparaci\u00f3n de medias a trav\u00e9s de una prueba Duncan al 0.05%. Adem\u00e1s mediante una tabla de frecuencias, se registraron variables dependientes, de d\u00edas transcurridos desde colocaci\u00f3n de fruto hasta aparici\u00f3n de pupa, d\u00edas de duraci\u00f3n del estado pupal y d\u00edas transcurridos desde colocaci\u00f3n de fruto hasta la emergencia del adulto con sus respectivos promedios.

Para la caracterizaci\u00f3n del da\u00f1o por parte de los perforadores de aguacate se analizaron mediante descripci\u00f3n, los s\u00edntomas externos e internos de frutos afectados por el perforador y mediante tabla de frecuencias se determin\u00f3 el n\u00famero promedio de perforaciones de acuerdo a la longitud polar del fruto determinando porcentajes de epidermis, pulpa y semilla afectada.

Una vez definido el da\u00f1o en cada una de las fincas se correlacion\u00f3 con las variables pr\u00e1cticas de manejo y altitud sobre el nivel del mar mediante un an\u00e1lisis de regresi\u00f3n m\u00faltiple utilizando el m\u00e9todo de *Stepwise* (SAS, 1999), que permiti\u00f3 seleccionar el modelo mejor ajustado, seleccionando aquellas variables que estuvieron m\u00e1s relacionadas con el da\u00f1o ocasionado por el perforador. Por tratarse de un estudio en campo y con \u00e9nfasis en producci\u00f3n comercial de aguacate Hass, se consideraron como variables significativas para el modelo, aquellas que presentaron un nivel de significancia igual o menor al 10%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cría del perforador. El rango de variación del porcentaje de adultos con características morfológicas típicas de *Heilipus lauri* (Castañeda, 2008) que emergieron en las diferentes cámaras de cría, fue amplio, desde el 0 % para el menor hasta el 50% para el mayor y el análisis de varianza mostró diferencias significativas para esta variable $Pr > F$ (0.0320). La prueba de Duncan ($p \leq 0.05$), mostró una separación entre los valores obtenidos de cada cámara de cría; el tipo de cámara de caja mantequillera más una toalla absorbente introducida al fondo de la cámara desinfectando la epidermis del fruto con hipoclorito de sodio fue superior a los demás excepto la cámara de tipo tarrina mas suelo estéril introducido al fondo de la cámara desinfectando el fruto con hipoclorito de sodio. Este hecho se dió probablemente porque no importando el tipo de recipiente, el introducir suelo estéril en la tarrina o toalla absorbente en caja mantequillera permitió retener la humedad en el recipiente, logrando mantener el fruto hidratado; sumado a esto, la desinfección con hipoclorito de sodio del fruto infestado por el perforador, permitió que el fruto mantuviera su epidermis libre de hongos y la pulpa sana como alimento para las larvas. Por tanto, éstas dos cámaras representaron un método recomendable para la obtención de adultos perforadores de frutos de aguacate y aunque otros autores como Acevedo *et al.*, (1973) pudieron alimentar con dietas artificiales el perforador *Stenomacrus catenifer* en jaulas entomológicas; no lo es posible para el perforador *Heilipus lauri* por ser una plaga de tipo monofago (Salgado y Bautista, 1993) que se alimenta exclusivamente de frutos de aguacate variedad: Fuerte, Choquette y Hass y se tiene la consecuencia de que los frutos se oxiden o pudran con el contacto con el aire como le sucedió a Castañeda (2008) quien alimento las larvas del perforador con rodajas de aguacate Hass y posteriormente tuvo que utilizar frutos de variedad Colín V-33, ya que los frutos de Hass se descomponían por el efecto de hongos o bacterias.

La metodología descrita permitió mantener vivo el insecto, estudiar el ciclo biológico de pupa y tener material disponible para el estudio morfológico.

Descripción morfológica del insecto adulto. En el transcurso de este experimento se obtuvieron un total de 31 pupas y de éstas emergieron 29 adultos los cuales presentaron una coloración negra o café brillante con dos pares de manchas en sus élitros formadas por escamas ovales de color amarillo ocre en cada uno de sus élitros de forma alargada, que se extendían de lado a lado si se tiene en cuenta el ancho del élitro observadas de vista dorsal y pleural. El primer par, es el más grande y se aleja de la base de los élitros y se localiza a 2/5 de la base de los élitros y el segundo se acerca al ápice de los élitros a 1/5 del ápice, ubicado casi sobre el cayó periapical; esta descripción fue confrontada con las claves de Barber (1912), quien mencionó que *H. lauri* es de color café, con dos manchas conspicuas en cada élitro en posición anteromedia y subapical, el rostrum de la hembra es 1.5 veces más grande que el pronoto y en machos es ligeramente más grande. De acuerdo a la literatura (Barber, 1912; García, 1962; Castañeda *et al.*, 2009) estas manchas caracterizan a la especie de perforador de aguacate *Heilipus lauri*, y lo diferencian de otras especies como *H. pittieri* y *H. trifasciatus*. por cuanto *H. trifasciatus* posee además de dos manchas en sus élitros otras dos manchas en su tórax, mientras que *H. piteri* no presenta estas manchas (Castañeda *et al.*, 2009), así que posiblemente la especie de perforador encontrada en este estudio sea *H. lauri*.

Las hembras presentaron un pico más curvo, largo y grueso que los machos. El dimorfismo sexual de *H. lauri* y *H. pittieri* puede auxiliar en la separación de estas dos especies; en *H. lauri* el rostrum de las hembras es más grande que el de los machos; en *H. trifasciatus* se requieren observaciones más detalladas para la separación de sexos (Castañeda *et al.*, 2009).

En la longitud (medida excluyendo el rostro) de los adultos se presentó además dimorfismo sexual siendo las hembras más grandes (14.5 ± 0.5 mm) que los machos (12.5 ± 0.6 mm); este resultado concuerda con lo reportado por Castañeda (2008) si se tienen en cuenta los rangos obtenidos por él de adultos hembras (13.03-15.91 mm) y adultos machos (12.50-15.15 mm).

La descripción original de este insecto, la realizó Boheman en 1854, de especímenes colectados en México. Posteriormente Champion (1902), describió someramente a *H. lauri*, mencionando como caracteres distintivos de la especie el rostrum largo; protórax cónico, estrecho y transverso; élitros amplios en su base y angostos en el ápice con dos manchas de color ocre en cada élitro. García (1962) afirmó que las hembras presentan un pico más largo y grueso que los machos. Ambos presentaron color rojizo y sobre sus élitros presentaban 4 manchas color amarillo que son diagnósticas de la especie.

Finalmente los especímenes obtenidos se enviaron a Corpoica al Centro de investigación de Palmira donde se compararon y se confrontaron por el entomólogo Arturo Carabalí con insectos que evaluó el especialista Prena Jens del Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, quien afirmó que las muestras con datos de colección de referencia Heveo y Fresno Tolima son la especie *Heilipus lauri* Boheman.

Desarrollo del estado de pupa. Al registrarse el número de días desde la colocación de frutos en la casa de mallas (26.1 ± 0.33 °C, 71% HR) con respecto al número de días de pupa, la duración de este estado de desarrollo fue de alrededor de 15.14 ± 0.33 días (Tab. 2). El resultado obtenido es muy similar al obtenido por García (1962) quien encontró una duración de 15 días pero difirió en el rango en este estudio fue de 11 a 18 días comparado con 14 a 16 días en ese estudio. Asimismo, es similar al presentado por Castañeda (2008) reportando un promedio de 15.32 ± 0.19 días e igual rango, 11 a 18 días.

Tabla 2. Días transcurridos desde la colección de frutos infestados hasta la aparición de pupa y adulto de perforador del fruto en condiciones de casa de malla (26.1 ± 0.33 °C, 71% HR).

Días transcurridos	Promedio (días)	Rango (días)	n
Recolección de fruto hasta pupa.	65.35 ± 1.42	55 a 83	29
Duración del estado de Pupa.	15.14 ± 0.33	11 a 18	29
Recolección de fruto hasta adulto.	80.14 ± 1.36	65 a 97	29

En la Fig. 1 se muestran los diferentes estados biológicos del perforador obtenidos y observados en casa de malla.

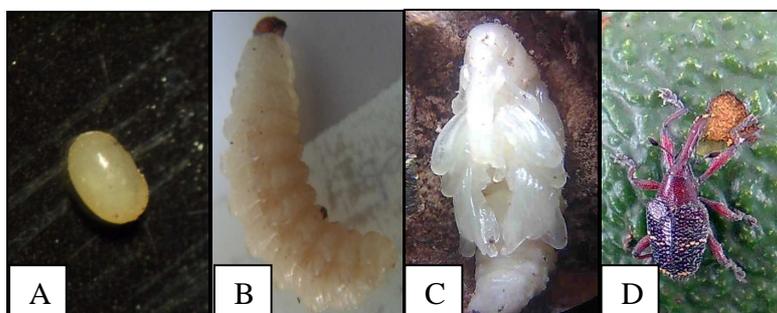


Figura 1. Estados biológicos de *Heilipus.sp.* a) Huevo b) larva c) Pupa d) adulto.

Del total de muestras de frutos colectados (202) y llevados a la casa de malla no se observó en estereoscopio la presencia de entomopatógenos en ninguno de los estadios biológicos: larva, pupa y adulto; sin embargo a diferencia del trabajo de García (1962) quien realizó monitoreo en fase de campo en México, reportó la presencia de *Bracon* sp. (Hymenoptera: Braconidae) parasitando larvas del *H. lauri* con un bajo parasitismo del 10%.

Caracterización del daño. En el caso de frutos de aguacate Hass los adultos del perforador descrito morfológicamente perforaron los frutos cuando estos promediaron una longitud polar de 3 cm a 12 cm en un periodo aproximado de 3.5 meses desde el amarre del fruto, este valor es similar al estimado por Hoyos y Giraldo (1984) quienes afirmaron que frutos con más de 100 días (3.7 meses) de formados son los más atacados por el perforador, de manera que a los 3.5 meses se debe intensificar el control del perforador.

Se observó que la forma de la perforación en la epidermis es oval con un diámetro promedio de 4.4 ± 0.8 mm ($n= 20$, rango 3–6). (Fig. 2b), el número de perforaciones por fruto de diferentes tamaños fue en promedio 1.41 ± 0.1 perforaciones por fruto ($n=100$, rango 1 a 5) hasta cinco perforaciones por fruto. Este último resultado difiere a lo afirmado por Salgado y Bautista (1993) quienes afirmaron que el máximo de perforaciones causadas por *H. lauri* observadas por fruto no fue mayor de tres, siendo una la más común.

La sintomatología externa del daño en el fruto señalada en la Fig. 2 coincidió con lo manifestado por Medina (2005) quien hizo observaciones visuales externas del fruto con daño, encontrando una costra circular, presencia de excretas en forma de resina o presencia de una abertura o perforación. Se encontró en algunas perforaciones de la epidermis un huevo característico de *Heilipus* sp. tal como lo describió Ebeling, (1959) citado por Wysoki *et al.*, (2002). Esta evaluación nos permitió definir que la perforación en la epidermis lo causa específicamente el adulto del perforador tanto para ovipositar como para alimentarse del fruto.

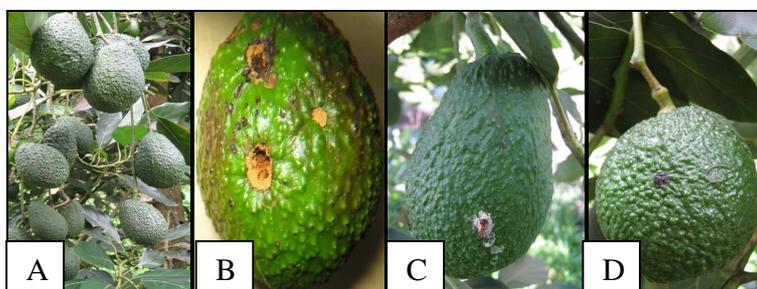


Figura 2. Sintomatología externa del daño en el fruto de aguacate Hass causado por el estado adulto de *Heilipus.sp.*
a) Fruto sin daño b) Perforación de la epidermis
c) Presencia de resina d) Costra.

Al observar la pulpa se encontró que el 46% de frutos no presentaron daño, lo que determina que el adulto se alimenta casi exclusivamente de la epidermis. Sin embargo, en aquellos que se observó el daño (54 % de los frutos) se caracterizaron por encontrar una barrenación (hecha debido a la alimentación de la larva) con dirección hacia la semilla y con rastros de excrementos (Fig. 3a), tal como lo confirmaron Salgado y Bautista (1993) reportando que los estados inmaduros se interna en el fruto hasta llegar a la semilla, donde se alimentan. Al disectar 100 semillas separadas de la pulpa, se encontró el 31% estaba infestada con larvas de *Heilipus. sp* en diferentes instares, una por cotiledón, la larva continúa barrenando la semilla haciendo una galería y se aloja en un cotiledón donde se alimentará hasta completar todo su ciclo larval (Fig. 3b) como lo confirmó Castañeda (2008).

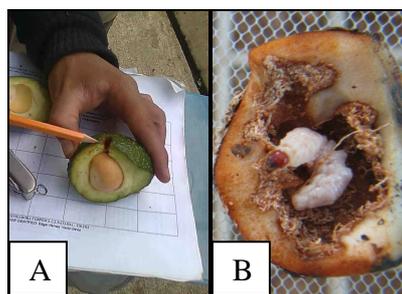


Figura 3. Características internas del daño en el fruto de aguacate Hass causado por estado larval de *Heilipus.sp* a) Pulpa barrenada b) Galería en la semilla.

Estimación del daño en cosecha. Los monitoreos de cosecha revelaron que solo el 0.039% de peso de frutos cosechados resultó con daño en el Municipio de Fresno siendo afectadas las fincas la Esmeralda y Santa Coloma (Tab. 3). En el municipio de Herveo el daño alcanzó el 3.21 % de peso frutos cosechados, resultando todas las fincas evaluadas con daño en cosecha, siendo la finca la Floresta la más afectada con un 7.58% (Tab 4). Estos porcentajes de daño no presentó niveles de daño significativos para los dos municipios si se comparan con el de otros países donde se reporta hasta el 80% de los frutos afectados (Waite y Martínez, 2002) y específicamente para la variedad Hass, Medina (2005) quien reportó el 59.57 %. Al parecer los niveles de daños encontrados se atribuyen a variables del manejo de fincas e influenciadas por la ubicación geográfico al correlacionarlas con el porcentaje de árboles infestados.

Tabla 3. Porcentaje de daño en cosecha anual causado por *Heilipus.sp* en fincas del municipio de Fresno.

Finca	Frutos muestreados	No.de frutos con daño	% de frutos con daño	Peso (Kg) frutos muestra	Peso (Kg) frutos con daño	% de peso de frutos con daño	% de árboles infestados
Coloma	1010 (2 Ch)	3	0.29	265.35	0.63	0.23	5.00
Esmeralda	5011 (2 Ch)	2	0.04	951.59	0.34	0.03	5.00
La 24	5043 (2 Ch)	0	0.00	668.74	0.00	0.00	0.00
Soacol	2644 (1 Ch)	0	0.00	564.00	0.00	0.00	0.00
Total	13708 (7 Ch)	5	0.036	2449.68	0.97	0.039	3.75

Ch: Numero de cosechas realizadas.

Tabla 4. Porcentaje de daño en cosecha anual causado por *Heilipus. sp* en fincas del municipio de Herveo.

Finca	Frutos muestreados	No.de frutos con daño	% de frutos con daño	Peso (Kg) frutos muestra	Peso (Kg) frutos con daño	% de peso de frutos con daño	% de árboles infestados
Peñoles	599 (1 Ch)	35	5.80	90.78	4.40	4.80	60.00
Arrayanes	912 (1 Ch)	6	0.65	217.91	1.17	0.53	35.00
El Edén	1798 (1 Ch)	6	0.33	318.00	1.10	0.34	20.00
La Floresta	1655 (2 Ch)	115	6.94	309.31	23.45	7.58	95.00
Total	4964 (5 Ch)	162	3.26	936.01	30.12	3.21	47.50

Ch: Numero de cosechas realizadas.

La variable dependiente porcentaje de árboles infestados se ajustó a un modelo de regresión múltiple *Stepwise* y se obtuvo un modelo en función de 7 variables que fueron significativas a un nivel igual o menor al 10% y el modelo fue altamente significativo (P valor \leq 0.0090) con un r^2 parcial entre 0.0009 a 0.73; es decir que la variabilidad del porcentaje de árboles infestados en cada una de las fincas evaluadas es explicado por las variables independientes (Tab. 5), presentándose el modelo matemático:

$$\text{Porcentaje de árboles infestados} = -94.55133 - 2.8172 \text{ In Podas/año} - 2.8365 \text{ In Finca} + 0.0340 \text{ In Altitud} + 0.0011 \text{ In Dosis insecticida ha/año} + 14.2335 \text{ In Edad cultivo} + 0.3086 \text{ In Densidad siembra árboles /ha} - 11.5334 \text{ In Numero de Plateos/año}.$$

Tabla 5. Variables seleccionadas en el modelo de regresión (Stepwise), que predice el porcentaje de árboles infestados por el perforador *Heilipus sp*.

Variable	Parámetro estimado	r^2 Parcial	Pr > F
Intercepto	-94.5513		0.0165
Podas/ año	-2.8172	0.0009	0.0933
Finca	- 2.8365	0.0025	0.0503
Altitud	0.0340	0.0110	0.0321
Dosis insecticida ha/año	0.0011	0.0260	0.0363
Edad cultivo	14.2335	0.0877	0.0123
Densidad siembra árboles /ha	0.3086	0.1391	0.0083
Numero de Plateos/año	-11.5334	0.7327	0.0056

r^2 : Coeficientes de regresión parcial.

De acuerdo con los resultados obtenidos la variable que más contribuyó al modelo fue número de plateos/año (r^2 0.7327). De acuerdo a Martínez (1994) los plateos es una de las prácticas de manejo más determinantes para reducir poblaciones de perforadores y recomendó remover el suelo para exponer las pupas a condiciones adversas y sus depredadores como medida de control. De lo anterior se planteó que en esta variable el productor de aguacate debe enfocar más su atención para reducir niveles de infestación al presentarse el perforador del aguacate. Los parámetros estimados de valor negativos mostraron la relación inversa entre el porcentaje de árboles infestados y cada una de las variables que presento dicho parámetro negativo.

En cuanto a la densidad de árboles /ha (r^2 0.1391), Medina (2005) al respecto concluyó que los mayores porcentajes de daño se presentaron en fincas evaluadas con mayores número de árboles debido a la mayor cantidad de frutos disponibles como fuente de alimento para los perforadores. La variable edad del cultivo presentó un parámetro de relación positivo explicado por que el aguacate es un cultivo perenne e inicia su producción a partir del 3 año de sembrado y continúa cada vez con más producción de frutos que son susceptibles al daño. La variable podas/año seleccionada por el modelo es concordante con los resultados de Medina (2005) al correlacionarlos con el porcentaje de daño; quien concluyó que entre mayor sea la labor de podas sanitarias contribuye a una disminución paulatina del daño por el perforador al determinar que en copas cerradas el perforador consigue una habitad propicia para sobrevivir al no estar expuesto a condiciones adversas del ambiente. La variable altitud de la finca representó que a partir de 1680 msnm en éste caso, se incrementaron los porcentajes de árboles infestados, al no encontrar árboles infestados a alturas menores (Fincas La 24 y Soacol). Asimismo Hoyos y Giraldo (1984) reportaron la presencia de *H. lauri* en los municipios de Anserma y Palestina (Caldas) a alturas de 1765 msnm y 1600 msnm respectivamente y finalmente con respecto a la variable cantidad de insecticida/ha/año, a pesar de que los productores realizan control químico con clorpirifos, cipermetrinas y carbaryl en dosis de 4.5 a 9 litros de insecticida/ha/año disueltos con agua, posiblemente no causan efectos significativos sobre el perforador por no darse efecto de control a medida que se aumentan las dosis aplicadas.

CONCLUSIONES

Esta investigación reveló que el daño causado por el perforador del fruto *Heilipus sp.* no presentó niveles de daño significativos que afecten hasta el momento la producción del cultivo de aguacate en la zona de estudio.

El perforador adulto obtenido en cámaras de cría tuvo características morfológicas externas similares a *Heilipus lauri*. del cual no se detectaron entomopatógenos para su biocontrol.

La práctica de manejo que más se relacionó con el porcentaje de daño en cosecha fue el número de plateos; por cuanto esta práctica debe intensificarse a los 3.5 meses después del amarre del los frutos en los árboles de aguacate.

Debido a la presencia del perforador del aguacate en los municipios de Fresno y Herveo en el norte del Tolima, se requiere continuar con monitoreos y evaluaciones que permitan prevenir a futuro mayores niveles de infestación.

BIBLIOGRAFÍA

ACEVEDO, E., VASQUEZ, J; SOSA, C. 1972. Estudios sobre el barrenador del hueso y pulpa del aguacate *Stenoma catenifer* Walsingham (Lepidóptera: Oecophoridae). *Agrociencia* 9:(17-24).

ALVARES, E.J. 2003. Conceptos Básicos de fruticultura En: Fruticultura. Disponible en internet [http:// www.scribd.com/doc/11531003/fruticultura](http://www.scribd.com/doc/11531003/fruticultura).

BARBER, H.S. 1912. Note on the avocado weevil (*Heilipus lauri* Boheman). *Proceedings of the Entomological Society of Washington* 14:181-183.

CASTAÑEDA V.A. 2008. Bioecología del barrenador grande de la semilla del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en la región central de México. Tesis para obtener el título de doctor en ciencias en el colegio de postgraduados. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, edo. de México. 95 pág.

CASTAÑEDA V.A; DEL ÁNGEL C.O; CRUZ G.J; VÁLDEZ C.J 2009. *Persea schiedeana* (Lauraceae), nuevo hospedero de *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera: Curculionidae) en Veracruz Mexico Neotropical Entomology Neotro. *Entomol.* Vol.38 No. 6 Londrina.

CASTILLO G. 2002. Ciclos de vida y dinámica poblacional de taladradores de yemas terminales y frutos (*Stenoma catenifer* Wals. y *Heilipus lauri* Boh) en aguacatero (*Persea americana* Mill.). 2002. En: Documento de base para participación en XLVIII Reunión Anual PCCMCA, República dominicana.

CHAMPION, G.C. 1902. *Biología Centrali-Americana, Insecta. Coleoptera. Rhynchophora. Curculionidae. Curculioninae (Part) 4, 144 p.*

DEL ÁNGEL-CORONEL, O. A. 2006. Fisiología del desarrollo, plagas de campo y patología postcosecha de frutos de chinene (*Persea scheideana* Ness). (Tesis:Maestría). Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Chapingo, México.

DIAZ, A.E. 2007. Manejo sostenible de dos limitantes entomológicas importantes para la producción competitiva del aguacate en Colombia. Sistema integral de gestión de proyectos. Corporación Colombiana de investigación agropecuaria CORPOICA. 51 pág.

GARCIA, A.P. 1962. *Heilipus lauri* Boheman un barrenador de la semilla del aguacate en México. Tesis de Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 107 p.

HOYOS G., L.F.; GIRALDO V., J. 1984. Reconocimiento de los insectos barrenadores del fruto en el aguacate (*Persea americana* Mill.) y evaluación económica de su daño, en tres huertos de los departamentos de Caldas y Risaralda, Universidad de Caldas. Facultad de Agronomía, 98 p.

MALAVASI, A. 1984. Estudio duas especies cripticas do genero *Anastrepha* (DIP: Tephritidae). Tese apresentada para o concurso do live docencia no departamento do Biología do Instituto do Biociencias do Universidad do Sao Paulo. Brazil. 140 p.

MARTÍNEZ, B.R. 1994. Manual del profesionista probado en el manejo fitosanitario del aguacate. Facultad de Agrobiología Presidente Juárez. SARH-UMSNH. Uruapan, Michoacán, México.

MEDINA, Q. F. 2005. Incidencia del barrenador grande del hueso del aguacate *Heilipus lauri* Boheman (Coleoptera:Curculionidae) en Tepoztlan, Morelos. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma de Morelos. 39p.

NEIRA, A. 2009. El aguacate colombiano gana terreno entre los consumidores de la UE. ICA, Instituto Colombiano de Agricultura. En: Boletín de prensa emitido <http://www.ica.comunicaciones@ica.gov.co>. 1p.; consulta jue 06/05/2010 9:49.

RODRÍGUEZ S., F. 1992. El aguacate. 1ª Reimp. AGT Editor. México, D. F. 167 pp.

SAGARPA. 2002. Norma Oficial Mexicana. NOM-066-FITO-2002. Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate. Secretaria de Agricultura, Ganadería de Desarrollo Rural. Diario oficial, primera sesión, pp: 54-65., 26 de abril de 2002.

SALGADO-SICLAN, M.L. ;BAUTISTA-MARTINEZ, N. 1993. El barrenador grande del hueso del aguacate en Ixtapan de la sal, México. En: Memoria. Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, Estado de México. pp. 225-231.

WAITE, G. K. Y R. MARTÍNEZ. 2002. Insect and mite pest. In: Whiley, A. W. B. Schaffer y B. N. Wolstenholme (Eds.). Avocado: Botany, Productions and uses. CAB International. Wallingford, UK.

WHITEHEAD, D.R. 1979. Recognition characters and distribution records for species of *Conotrachelus* (Coleoptera:Curculionidae) that damage avocado fruits in Mexico and Central America. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 81:105-107.

WYSOKI, M.; VAN DEN BERG, MA; ISH-AM, G.; GAZIT, S PENA, JE; WAITE, GK. 2002. Pests and pollinators of avocado: 223-293. In: Pena, JE, Sharp, JL, and M. Wysoki, eds. Tropical fruit pests and pollinators. ISBN 0851994342.

AGRADECIMIENTOS

AL SEÑOR PADRE CELESTIAL

**A MI PADRE JUAN AGUSTIN QUE AHORA GOZA EN LA PRESENCIA DEL
SEÑOR**

A MI MADRE POR SU AMOR

A MIS HERMANOS POR SU APOYO

A LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS

AL ALMA MATER UNIVERSIDAD DE NARIÑO

CORPOICA C.I NATAIMA – TOLIMA

DOCTOR EDGAR VARON DEVIA

TITO BACCA IBARRA

MILENA MONTENEGRO