



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

“DISTRIBUCIÓN DE LOS BARRENADORES DE LA SEMILLA DEL
AGUACATE *Conotrachelus aguacatae* Barber Y *C. perseae* Barber
(COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EN LOS MUNICIPIOS DE
TACÁMBARO, TOCUMBO, COTIJA, SUSUPUATO Y ZIRACUARETIRO,
MICHOACÁN”

MARIBEL FRANCIA RICO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2008

La presente tesis titulada: Distribución de los barrenadores de la semilla del aguacate *Conotrachelus aguacatae* Barber y *C. perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae) en los Municipios de Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Michoacán, realizada por la alumna Maribel Francia Rico, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAESTRA EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

DR. JULIO SÁNCHEZ ESCUDERO

ASESOR:

DR. ARMANDO EQUIHUA MARTÍNEZ

ASESOR:

M.C. JORGE VALDEZ CARRASCO

ASESOR:

M.C. MARTÍN RAMÍREZ DEL ÁNGEL

Montecillo, Texcoco, Edo. de México, febrero de 2008

**“DISTRIBUCIÓN DE LOS BARRENADORES DE LA SEMILLA DEL AGUACATE
Conotrachelus aguacatae Barber Y *C. perseae* Barber (COLEOPTERA:
CURCULIONIDAE) EN LOS MUNICIPIOS DE TACÁMBARO, TOCUMBO, COTIJA,
SUSUPUATO Y ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN”**

Maribel Francia Rico, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2008

Resumen

La presencia de los barrenadores de la semilla del aguacate *Conotrachelus aguacatae* Barber y *C. perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae) en México, ha provocado restricciones fitosanitarias para la exportación del aguacate, situación que afecta principalmente al estado de Michoacán. Dada la importancia de la plaga, se propuso conocer el patrón de distribución actual de los barrenadores de la semilla del aguacate a través del uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), se georreferenciaron 195 árboles de aguacate. El muestreo se realizó de julio a noviembre de 2005 y en mayo de 2006 en un total de 70 huertos y 36 traspatios, en una superficie aproximada de 67.58 hectáreas de aguacate Hass y criollo de los municipios de Tacámbaro, Tocuambo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Michoacán. Se muestrearon 1,856 árboles y se partieron 2,104 frutos para buscar larvas y huevecillos; asimismo, los frutos con daños se mantuvieron en laboratorio para registrar la posible emergencia de adultos. Los datos obtenidos se representaron en un mapa digital, con apoyo del programa ArcView GIS 3.1 y cartas geográficas digitales de INEGI 2005.

Del total de árboles muestreados sólo 8 resultaron positivos a la presencia del barrenador de la semilla. Se realizó la descripción morfológica de *Conotrachelus aguacatae*, que permitiera identificarla y diferenciarla de *C. perseae*, ya que ambas especies se encontraron presentes en el área de estudio.

Palabras clave: Patrón de distribución, *Conotrachelus perseae*, *Conotrachelus aguacatae*, Michoacán, morfología.

DISTRIBUTION OF THE AVOCADO SEED BORERS *Conotrachelus aguacatae* Barber AND *C. perseae* Barber (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) IN THE MUNICIPALITIES OF TACÁMBARO, TOCUMBO, COTIJA, SUSUPUATO AND ZIRACUARETIRO, MICHOACÁN

Abstract

The presence of the avocado seed borers *Conotrachelus aguacatae* Barber and *C. perseae* Barber (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico, it has caused Phytosanitary restrictions for the export of the avocado, affecting mainly the state of Michoacan. Given the importance of this pest, the current distribution pattern the of the avocado seed borers was done through the use of the Global Positioning System (GPS), 195 avocado trees were positioned, Sampling was made from July to November 2005 and in May 2006 in a total of 70 commercial orchards and 36 family orchards, corresponding to an approximately 67,58 hectares of Hass and native avocado varieties in the municipalities of Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato and Ziracuaretiro, Michoacán. 1.856 trees were sampled and 2.104 fruits were divided to look for larvae and eggs; also, the fruits with damages were kept in laboratory conditions to register the possible adult emergency. The collected data were plotted on a digital map, using the ArcView GIS 3.1 program and INEGI digital maps (2005).

Of the total sampled trees only 8 were positive to the presence of the seed borer. Morphological description of *Conotrachelus aguacatae* was done, to allow identification and differentiation from *C. perseae*, since both species were present in the study area.

Key words: Distribution pattern, *Conotrachelus perseae*, *Conotrachelus aguacatae*, Michoacán, morphology.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis Padres: Josefina Rico Sardina y J. Jesús Francia Gasca y Hermanos: Juan, Adelina, Luz, Jesús, Carmen, Luis, Martín, Martha, Diana y Jorge, por su valioso apoyo, amor y comprensión que me han brindado incondicionalmente hoy y siempre, en todas las etapas de mi vida.

A mi Esposo: Juan Carlos e Hijos: Alin Daniela y Alan Gael, por su amor y apoyo, y por haber soportado mis ausencias y desatenciones.

AGRADECIMIENTOS

- * Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) y Colegio de Postgraduados por el apoyo brindado en mis estudios de postgrado.
- * A la Dirección General de Sanidad Vegetal por su apoyo para el cumplimiento de los estudios realizados y por proporcionar el material entomológico utilizado como referencia para la identificación de las especies de barrenadores de la semilla del aguacate.
- * Al Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Michoacán, por el apoyo proporcionado y a las Juntas Locales de Sanidad Vegetal de Tacámbaro, Oriente de Michoacán y Ziracuaretiro, que colaboraron en la realización de los muestreos de campo.
- * A la Facultad de Agrobiología de Uruapan, Mich. que colaboró con material para corroborar la presencia de la plaga en el área de estudio.
- * A las personas integrantes de mi consejo particular por su dedicación, orientación, y sobre todo por su apoyo, tiempo e infinita paciencia para sobrellevar mis problemas.
- * A todos los profesores que me apoyaron en los estudios y transmitieron sus experiencias y conocimientos.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	3
III. HIPÓTESIS.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1. Ubicación taxonómica de <i>Conotrachelus perseae</i> y <i>C. aguacatae</i>	6
4.2. Antecedentes como plaga cuarentenaria del Aguacate.....	6
4.3. Distribución e importancia de <i>C. aguacatae</i> y <i>C. perseae</i>	8
4.4. Antecedentes sobre morfología de <i>C. aguacatae</i> y <i>C. perseae</i>	10
4.5. Biología, hábitos y daños de <i>C. aguacatae</i> y <i>C. perseae</i>	12
4.6. Sistema de Información Geográfica (SIG).....	13
4.7. Sistema de Posicionamiento Global (GPS).....	13
4.8. Antecedentes del uso del Sistema de Posicionamiento Global.....	14
4.9. ArcView GIS 3.1.....	15
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
5.1. Descripción del área de estudio.....	16
5.2. Muestreos del barrenador de la semilla del aguacate.....	21
5.3. Metodología de muestreo del barrenador.....	21
5.4. Mantenimiento de los insectos y obtención de adultos.....	23
5.5. Estudio morfológico del barrenador.....	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	25
6.1. Distribución geográfica de las huertas de aguacate y trabajo de inspección...	25
6.2. Morfología de <i>C. aguacatae</i>	29
6.2.1. Morfología de la larva y pupa de <i>C. aguacatae</i>	30
6.2.2. Morfología del adulto de <i>C. aguacatae</i>	33
6.3. Discusión.....	41
VII. CONCLUSIONES.....	43
VIII. LITERATURA CITADA.....	45

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Caracteres morfológicos externos de <i>C. perseae</i> y <i>C. aguacatae</i>	11
Cuadro 2. Ubicación geográfica de árboles de aguacate detectados con presencia de barrenadores de la semilla, en cinco municipios del estado de Michoacán, durante los muestreos realizados de julio a noviembre de 2005 y mayo de 2006.....	25

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Ubicación geográfica de los municipios de Ziracuaretiro, Tocuambo, Cotija, Susupuato y Tacámbaro, Mich. Franja aguacatera. Fuente: Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Michoacán.....	20
Figura 2. Frutos dañados por el barrenador de la semilla de aguacate. A y B, presencia de polvo blanquecino en la parte apical del fruto; C, perforaciones en la parte apical del fruto; D, galerías que realizan las larvas al alimentarse de la semilla.....	22
Figura 3. Muestreos en árboles de aguacate con relación a la presencia y ausencia de <i>Conotrachelus perseae</i> y <i>Conotrachelus aguacatae</i> Barber, en Tacámbaro, Ziracuaretiro, Tocuambo, Susupuato y Cotija, Mich. (julio a noviembre de 2005 y en mayo de 2006).....	26
Figura 4. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la presencia de <i>Conotrachelus aguacatae</i> Barber en Ziracuaretiro, Mich.....	27
Figura 5. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la ausencia de <i>Conotrachelus aguacatae</i> Barber y <i>Conotrachelus perseae</i> Barber en Tacámbaro, Mich.....	27
Figura 6. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la presencia de <i>Conotrachelus aguacatae</i> Barber, en Cotija y Tocuambo, Mich.....	28
Figura 7. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la presencia de <i>Conotrachelus perseae</i> Barber en Susupuato, Mich.....	29
Figura 8. Estructuras morfológicas de la larva y pupa de <i>C. aguacatae</i> . A, vista lateral de la hembra; B, segundo espiráculo abdominal izquierdo; C, ornamentación dorsal; D, complejo maxilolabial; E y F, vista anterior y posterior del labro; G, H e I, vista dorsal, lateral y ventral de la pupa.....	32
Figura 9. Estructuras morfológicas del adulto de <i>C. aguacatae</i> . A y B, vista dorsal y lateral de la hembra; C, D y E, cabeza en vista anterior, lateral y posterior de la hembra; F y G, protórax de la hembra en vista dorsal y lateral; H, pata protorácica de la hembra; I, pata metatorácica del macho; J, uncus de la pata posterior de la hembra; K, uncus de la pata posterior del macho; L, área dorsal del ala metatorácica.....	36
Figura 10. Estructuras morfológicas del adulto de <i>C. aguacatae</i> . A y B, mandíbulas izquierda y derecha en vista anterior; C, maxila derecha; D, último tergo abdominal del macho; E, vista posterior del tegmen; F, G y H, vista dorsal, lateral y ventral del edeago; I, espícula en vista posterior; J, octavo esternito abdominal de la hembra; K, espermateca; L, estilo de la hembra.....	38

I. INTRODUCCIÓN

El aguacate es una fruta que pertenece a la familia de las *Lauráceas* y a las especies *Persea gratissima* y *P. americana Mill.* Su centro de origen se ha considerado en las partes altas del Centro y Este-Central de México, correspondientes a los estados de Michoacán, Nuevo León, Veracruz y Puebla, así como en las partes altas de Guatemala y las Antillas (Williams, 1977).

Entre los países productores de aguacate, México ocupa el primer lugar en el mundo con un 33% de la producción y se cultivan 107,301 ha, de las cuales el Estado de Michoacán destina 86,538 ha, distribuidas en 37 municipios, por lo que se le considera la región aguacatera más importante del mundo. De esos municipios, Tacámbaro ocupa un total de 7,401 ha, Ziracuaretiro 1,438 ha, Cotija 410 ha, Tocuambo 285 ha y Susupuato 162 ha (Téliz *et al.*, 2007).

El aguacate es desde 1963, un producto clave en la economía del Estado de Michoacán; sin embargo, existen restricciones fitosanitarias para la exportación, debido a la presencia de los barrenadores de la semilla *Conotrachelus perseae* y *C. aguacatae* Barber (Coleoptera: Curculionidae). En el Estado de Michoacán *C. perseae* causa pérdidas de hasta 85% al provocar la caída de los frutos y la destrucción de la semilla; es considerado una plaga de importancia cuarentenaria (Téliz *et al.*, 2000), ya que provoca la restricción del producto, principalmente en los Estados Unidos, que es el país potencialmente importador de aguacate mexicano (Martínez, 1998).

Al existir el interés de productores en mejorar la calidad de su fruta y de contar con posibilidades para exportar su producto, en 1996 la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV) implemento la campaña Manejo Fitosanitario del Aguacatero, que es operada por el Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESV) y con recursos del Programa de la Alianza Contigo. Dentro de esta campaña, se desarrolla un programa para erradicar los barrenadores de la semilla del Estado de Michoacán, mediante la detección y erradicación de los focos de infestación, con el que se ha logrado

reconocer como zonas libres de la plaga a los Municipios de Uruapan, Salvador Escalante, Peribán de Ramos, Tancítaro, Nuevo Parangaricutiro, Taretan, Ario de Rosales, Los Reyes, Apatzingán, Tingüindín, Tacámbaro, Acuitzio, Madero y Tingambato (DOF, 2007). Esta condición fitosanitaria en Michoacán ha permitido que México sea competitivo con otros países productores de aguacate y exporte su producto desde 1997 hacia los E.U.A.

Por lo anterior se decidió estudiar la posible presencia de los barrenadores de la semilla *C. perseae* y *C. aguacatae* en los Municipios de Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Michoacán. Todos los sitios muestreados fueron geoposicionados a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés, Global Positioning System), herramienta que permitió localizar las coordenadas de longitud y latitud de los árboles de aguacate, con presencia o ausencia de barrenadores de la semilla e ilustrar la distribución de la plaga a través de un mapa. Esto se realizó con el propósito principal de conocer su patrón de distribución actual, detectar los sitios con mayores riesgos a la presencia del barrenador, realizar su control oportuno, evitar su diseminación y prevenir la incidencia de la plaga.

Para identificar y determinar la presencia de *Conotrachelus aguacatae* y *C. perseae*, en las áreas de estudio, se tuvo la necesidad de describir, a través de fotografías digitales, los caracteres morfológicos que permitieron la separación de las especies.

II. OBJETIVOS:

1. Ubicar a través de GPS la presencia de los barrenadores de la semilla del aguacate *C. perseae* y *C. aguacatae* en los Municipios de Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Michoacán.
2. Ilustrar con mapas la distribución de los barrenadores de la semilla del aguacate *C. perseae* y *C. aguacatae* en los Municipios de Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Michoacán.
3. Describir la morfología de las estructuras útiles en la taxonomía de especies.

III. HIPÓTESIS:

- ◆ Existe la posibilidad de encontrar a los barrenadores de la semilla del aguacate *Conotrachelus aguacatae* y *C. perseae* en los Municipios de Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Michoacán, y su presencia se puede registrar con precisión mediante el sistema GPS.
- ◆ Existen diferencias morfológicas que permiten diferenciar a *Conotrachelus aguacatae* de *C. perseae*.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

El nombre de aguacate (*Persea gratissima*, Gaertn. *P. americana* Mill.) deriva de la palabra nativa "aoacatl" o "ahuacatl". También recibe otros nombres como palta en Sudamérica. Es originario de México y su antigüedad se registra a partir de pruebas arqueológicas encontradas en Tehuacán, Puebla, con aproximadamente 12 000 años (Rodríguez, 1982).

Williams (1977) señala que el aguacate se originó en las partes altas del Centro y Este de México y partes altas de Guatemala, y su domesticación en Mesoamérica.

En Michoacán se cultivaron especies de aguacate criollo hasta el año 1941, de los cuales aún existen ejemplares de aproximadamente 150 años. En ese año se introdujo la variedad *Fuerte* que posteriormente fue desplazada por la variedad Hass, aún cuando la variedad *Fuerte* causó gran éxito de las plantaciones comerciales y por consiguiente de la región más productora del mundo, años más tarde la variedad Hass ganó preferencias por los productores por sus ventajas competitivas como la resistencia al manejo y transporte, calidad de la pulpa, hábito de crecimiento compacto, alternancia poco marcada y productividad sostenida. No obstante, en el estado de Michoacán la variedad *Fuerte*, se considera dentro de los principales cultivares, además de la variedad Hass y la Colín-V33.

El aguacate se cultiva en 28 Estados de la República Mexicana, aunque en cinco de ellos se concentra alrededor del 96% de la superficie sembrada y el 97% de la producción (SAGARPA, 2005). Las entidades federativas que se ubican en este grupo en orden de importancia, son Michoacán, Puebla Morelos, Nayarit, México y Guerrero. Este cultivo sigue siendo un producto regional, ya que sólo en el Estado de Michoacán se encuentra el 86% de la superficie cultivada (Téliz *et al.*, 2007).

La franja Aguacatera del Estado de Michoacán (fig. 1) es una región volcánica reciente que ocupa 7,752 km² y representa el 12.9% de la superficie estatal y se localiza en la

sub-provincia fisiográfica Tarasca. El clima predominante es templado, húmedo y sub-húmedo, con temperatura media de 8 a 21 °C y una precipitación anual de 1200 a 1600 mm. También tiene una zona de transición (sub-tropical) entre trópico-seco y zona templada (ASEEAM, 1998, citado por Téliz *et al.*, 2007).

A pesar de que México ha sido el principal productor de aguacate en el mundo, su participación en las exportaciones mundiales durante mucho tiempo fue muy reducida, siendo otros países como Israel y España los que se ubicaban tradicionalmente como los principales exportadores mundiales.

A partir de 1996, México logra colocarse a nivel mundial como el principal país exportador de aguacate (*P. americana* Mill). Actualmente participa con el 33% de la producción (Téliz *et al.*, 2007). Los datos de la SAGARPA (2005), indican que en México el aguacate se ubica dentro de los cuatro principales cultivos perennes y frutícolas con 112,250.59 ha, y ocupa el quinto lugar en volumen de producción con 1,021,515.44 ton, después de la naranja, plátano, limón y mango.

En México existen diferentes registros del número de especies plaga que atacan al aguacate. Por ejemplo, García *et al.* (1967) consideraron a 10 especies de importancia y otras cuatro como secundarias; Gallegos (1983) mencionó a 46 de las cuales 11 se encuentran en Michoacán; mientras que MacGregor y Gutiérrez (1983) incluyeron a 30; por su parte Coria (1993) listó para Michoacán a sólo 11 especies. Independientemente del autor o del número de especies que se listan, son pocas las especies de importancia económica para el cultivo del aguacate.

4.1. Ubicación taxonómica de *Conotrachelus perseae* y *C. aguacatae* según Borror (1979)

Superclase: Hexapoda. **Clase:** Insecta. **Subclase:** Pterygota. **División:** Endopterygota. **Orden:** Coleoptera. **Suborden:** Polyphaga. **Superfamilia:** Curculionoidea. **Familia:** Curculionidae. **Subfamilia:** Cryptorhynchinae. **Género:** *Conotrachelus*. **Especie:** *Conotrachelus perseae* y *C. aguacatae* Barber.

4.2. Antecedentes como plaga cuarentenaria del Aguacate

En el año de 1912 oficiales de Sanidad Vegetal de los Estados Unidos identificaron al barrenador de la semilla del aguacate como una plaga de importancia cuarentenaria y prohibieron la entrada del aguacate mexicano a E.U.A. En los 90's México presentó tres planes de trabajo bajo los cuales el aguacate de Michoacán podría ser exportado a los E.U.A. Uno de ellos se aprobó en 1993, por lo que el Servicio de Inspección de Sanidad Agropecuaria (APHIS, por sus siglas en inglés, Animal and Plant Health Inspection Service), autorizó la entrada condicionada de aguacate mexicano en Alaska. En 1997 se autoriza la importación de aguacate mexicano a 19 estados del norte y este de los E.U.A. (Téliz *et al.*, 2007).

Para dar cumplimiento a las condiciones establecidas en las reglas de importación el 15 de julio de 1997 se firmó un convenio entre la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) antes SAGAR y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA). Con dicho programa de trabajo se aprobó la importación de aguacate Hass proveniente de Michoacán, exclusivamente de cuatro municipios certificados (Uruapan, Periban, Tancitaro y Salvador Escalante).

Previo a este plan de trabajo y con la finalidad de fortalecer la comercialización de aguacate, en 1996 se creó y aplicó la Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-1995, la cual respaldó la condición fitosanitaria de los municipios exportadores, ya que en dicha

disposición se establecieron las especificaciones fitosanitarias para la movilización de frutos frescos del aguacate (*Persea* spp.) libres de plagas de interés cuarentenario como los barrenadores de la semilla (*Conotrachelus perseae*, *C. aguacatae* y *Heilipus lauri*), la palomilla barrenadora de la semilla (*Stenomoma catenifer*) y el barrenador de ramas (*Copturus aguacate*) (SAGARPA, 2005).

Sin embargo, debido a la necesidad de reforzar y establecer nuevas medidas fitosanitarias para el manejo integrado de estas plagas, dicha disposición se modifica en el 2005, y actualmente se le denomina y aplica como “Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-1995-Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate” (DOF, 2005).

En el programa de erradicación de barrenadores de la semilla se desarrollan las acciones fitosanitarias de muestreos para la detección de posibles brotes del barrenador, la recolección de frutos, aplicación de productos químicos tanto al follaje como al suelo, control biológico, control legal, certificación de huertos, verificación de cumplimiento de norma, capacitación y divulgación. Cuando se detecta un foco de infestación, se establece un manejo de eliminación de la plaga, donde se deben realizar muestreos de todos los árboles que se localizan en un radio de 50 metros, a partir del árbol en el que se detectaron frutos infestados, con el objeto de determinar la cantidad de árboles infestados. En este radio se deben realizar muestreos y acciones de control cultural (eliminación de frutos dañados e infestados) durante 3 meses consecutivos, así como la aplicación de químicos cada 15 días al suelo durante un mes y una aplicación foliar durante la semana posterior a la detección. También se debe delimitar un radio de 550 metros alrededor del árbol positivo y realizar en esa superficie muestreos al 10 % de los árboles, durante la primera semana posterior a la detección del positivo y cada quince días durante 3 meses. En el cuarto mes se debe realizar un muestreo en todos los árboles ubicados en el radio de 550 metros, para corroborar la erradicación del brote.

Las acciones fitosanitarias que se desarrollan en la campaña Manejo Fitosanitario del Aguacate y en la operación del programa de erradicación, no se lograrían sin la participación de los productores de aguacate interesados en exportar su producto e integrados en Organismos Auxiliares de Sanidad Vegetal (OASV) como Juntas Locales de Sanidad Vegetal (JLSV) o Comité Estatal de Sanidad Vegetal (CESV). Los OASV coadyuvan con la Secretaría en el desarrollo de campañas fitosanitarias, programas de inocuidad agroalimentaria, otros servicios fitosanitarios y sistemas de calidad que implante la propia Secretaría en todo o en parte del territorio nacional, cuyo fundamento legal se dispone en la Ley Federal de Sanidad Vegetal.

Las acciones fitosanitarias son supervisadas por la Delegación de la SAGARPA en el Estado y el Gobierno de Michoacán, y normadas por la Dirección General de Sanidad Vegetal.

4.3. Distribución e importancia de *Conotrachelus aguacatae* y *C. perseae*.

La especie de *C. perseae* fue descrita por primera vez en 1919 por Barber y en 1923 el mismo autor identificó a *Conotrachelus aguacatae* como otra especie de *Conotrachelus* que ataca los frutos del aguacatero.

El primer reporte de la presencia del barrenador de la semilla en el Estado de Michoacán data de 1933 en el Municipio de Uruapan (Llenderal y Ortega, 1990).

En 1962, García señaló que en México existen tres especies de curculionidos (*Conotrachelus aguacatae* Barber, *C. perseae* Barber, *Helipus lauri* Boheman) y el lepidóptero *Stenoma catenifer* Walshingam, que en su estado de larva barrenan la semilla del aguacate.

Ambas especies se encuentran distribuidas en los Estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla y Querétaro. En el Estado de Michoacán se les reporta

para los Municipios de Ziracuaretiro, Tacámbaro, Tingüindín y Tingambato (El Mesón y Angachuén).

En 1970, Muñiz mencionó que en la “Lista de las principales plagas y enfermedades de los cultivos en México“, publicada en 1955, se nombra a *C. perseae* como picudo del hueso del aguacate; y en 1958 en la segunda edición se incluyó a *C. aguacatae*. Además, señaló que la presencia de *C. perseae* en México, se afirmó al identificar material procedente de la Región de Atlixco, Pue., colectado en el año de 1960 y otro procedente de Huauchinango, Pue., colectado en 1964.

En 1973, la Dirección General de Sanidad Vegetal realizó muestreos en Peribán, Tacámbaro, Uruapan y Tingüindín, Mich., determinando la presencia del barrenador pequeño de la semilla en algunas huertas de aguacate criollo de los últimos dos municipios. En 1975 se detectó un nuevo foco de infestación en Villa Escalante. En 1976, Sanidad Vegetal y el Departamento de Agricultura de USA., realizaron muestreos en Uruapan, Mich., encontrando larvas del barrenador. Para 1978 se realizó un muestreo en todas las zonas aguacateras del Estado, encontrando resultados positivos a la presencia del barrenador en los Municipios de Uruapan, Tacámbaro, Ziracuaretiro, Peribán, Tingüindín, Ario de Rosales, Chilchotla y Zitácuaro. De 1979 a 1988 se siguieron encontrando áreas infestadas por el barrenador de la semilla del aguacate en los Municipios de Ziracuaretiro y Uruapan. En 1990 Llanderal y Ortega realizaron un trabajo sobre la biología, hábitos e identificación del barrenador pequeño de la semilla del aguacate presente en Ziracuaretiro, Mich., y determinaron que la especie presente en el municipio era *Conotrachelus perseae* Barber, como la plaga de mayor importancia en la región, ya que encontraron otras especies de *Conotrachelus* excepto *C. aguacatae*.

Por su parte Whitehead (1979) realizó un estudio de reconocimiento y distribución de especies de *Conotrachelus* que atacan al aguacate en México y América Central, y encontró a *C. aguacatae* Barber solamente en México, específicamente en Coahuila, Jalisco, Michoacán (Uruapan), Nayarit y Querétaro en tanto que *C. perseae* Barber y *C.*

serpentinus Klug se localizaron en México y América Central. Asimismo, mencionó que Barber (1923) reportó la presencia de *C. perseae* Barber en México, particularmente en Uruapan, Mich.; en Guatemala y muy conocida de América Central hasta Costa Rica.

Domínguez (1988) señala que *C. aguacatae* es originario de México, encontrándose en los estados de Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Puebla, Morelos y Querétaro. Asimismo, indica que este barrenador tiene como único hospedero al aguacate.

Salinas (1999) indica que el primer registro de *C. perseae* para el Estado de Michoacán, fue realizado en 1933 por el Ing. José de Llave, en huertos de aguacate establecidos en el barrio de la Magdalena de la Ciudad de Uruapan y que no se especificó el nombre científico del insecto. Asimismo, menciona que Ebeling (1959) reportó a *C. perseae* en México y América central y a *C. aguacatae* en México y Panamá.

Zamora (2000) indicó que de los muestreos realizados durante 1996 a 1999 en varios Municipios del Estado de Michoacán, únicamente en los Municipios de Tacámbaro, Tingüindín, Tingambato y Ziracuaretiro se detectó la presencia de *Conotrachelus perseae*.

4.4. Antecedentes sobre morfología de *Conotrachelus aguacatae* y *C. perseae*.

Muñiz (1970) estudió material procedente de varias localidades aguacateras de México, del cual esperó encontrar las especies de *C. aguacatae*, *C. perseae*, y *C. serpentinus*, pero sólo encontró las dos primeras. Realizó un estudio morfológico con el objeto de encontrar caracteres externos que permitieran la identificación de las especies sin recurrir a los caracteres de genitalia. En el cuadro 1, se muestran los caracteres morfológicos externos más sobresalientes, que según Muñiz permiten distinguir a las primeras dos especies.

Cuadro 1. Caracteres morfológicos externos de *C. perseae* y *C. aguacatae* (Según Muñiz, 1970).

<i>Conotrachelus perseae</i>	<i>Conotrachelus aguacatae</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Quilla media rostral, poco elevada, más notoria en la base. • Tibias protorácicas con el mucrón laminar, con el ápice bifurcado; en las metatorácicas, el mucrón es ancho, deprimido y recurvado. • El protórax es más constreñido en su tercio anterior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Carece de quilla rostral. • Las tibias protorácicas con el mucrón pequeño, deprimido y curvado; las metatorácicas con el mucrón un poco más corto. • Protórax menos constreñido en su tercio anterior.

Coronado (1972) realizó una descripción breve de *C. aguacatae* y señala que la larva es de tamaño pequeño, cuerpo robusto, ápoda y con la cápsula cefálica oscura; mencionó que la pupa es blanquecina. Señaló que el adulto es de color café rojizo y mide aproximadamente 6 mm. El pronoto es oscuro brillante, y con puntuaciones bronceadas dispersadas en la superficie del cuerpo.

En dicho estudio, el mismo autor publicó una clave para las tres especies de *Conotrachelus*, basada en características morfológicas de los élitros, pronoto y coxas, con el fin de proporcionar características que permitieran reconocerlas y diferenciarlas de otras especies de *Conotrachelus*.

En 1945, Bondar, señaló que cada especie tiene la particularidad de vivir a expensas de un solo género botánico y a veces de una sola especie en particular, de tal forma que una vez establecido el registro de la especie de *Conotrachelus* con relación a la planta hospedera, se puede identificar la especie botánica por el *Conotrachelus* que hospeda y viceversa.

4.5. Biología, hábitos y daños de *Conotrachelus aguacatae* y *C. perseae*

El barrenador de la semilla, *C. perseae* se asocia principalmente con variedades criollas de aguacate (Téliz y Mora, 2007), provocando la destrucción y caída de los frutos. Los síntomas de daño se detectan como pequeñas perforaciones y por la presencia de un polvo blanquecino en la parte apical, media o basal del fruto. Estas perforaciones las hace la hembra con el rostrum, y deposita los huevos, preferentemente en frutos de la mitad inferior del árbol (Téliz y Mora, 2007).

Los huevos son elípticos, semitransparentes y miden menos de 1 mm de longitud; recién puestos toman un color cremoso hasta grisáceo cuando están próximos a eclosionar (Llanderal y Ortega, 1990). Esta etapa de desarrollo dura aproximadamente de 6 a 7 días (SAGARPA, 2006).

Al nacer, la larva se introduce al fruto hasta llegar a la semilla, de la que se alimenta hasta destruirla por completo. Los frutos dañados caen al suelo y, una vez que la larva completa su desarrollo, abandona los frutos para introducirse al suelo donde forma una celda para pupar. Pasa por cinco estadios larvarios con una duración de 18 a 20 días en promedio y un estado de prepupa de 23 días (SAGARPA, 2006).

La pupa es del tipo exarata y su desarrollo es de 13 días en promedio, se mantiene bajo el suelo a una profundidad promedio de 5 cm, dependiendo de la textura del suelo, y ahí se transforma en adulto emergiendo inmediatamente o permaneciendo ahí hasta que las condiciones de humedad del suelo le permita romper la costra que se forma en la superficie (Llanderal y Ortega, 1990).

Los adultos son picudos de color café oscuro, de aproximadamente 5 mm, son de vuelo poco activo y de hábitos nocturnos y durante el día se encuentran en cualquier hueco del árbol y la hojarasca (SAGARPA, 2006). Al alimentarse provocan daños superficiales en ramas tiernas, pedúnculos, flores y frutos. Estos últimos pueden ser

perforados por el adulto desde las etapas del amarre o cuajado (Téliz y Mora, 2007). Su periodo de vida es de aproximadamente 93 días (SAGARPA, 2006).

En general su ciclo biológico se ha definido con una duración promedio de 12 a 13 semanas (huevo a emergencia del adulto) y se pueden presentar dos generaciones al año, la primera que inicia a principios de febrero y termina en junio y la segunda que comienza en junio y concluye a finales de febrero (Salinas, 1999).

4.6. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Los Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, por sus siglas en inglés, Geographic Information System), son una herramienta informática capaz de relacionar datos de un sistema de información con su localización geográfica, para su posterior análisis y visualización en un mapa. El sistema de información geográfica es útil siempre que se quiera georreferenciar, es decir, localizar las coordenadas de longitud, latitud y altitud de puntos geográficos. Asimismo, para localizar estas coordenadas, primero deben ser captadas, operación que es posible mediante el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y a través de un conjunto de mapas.

4.7. Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

El Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés, Global Positioning System), es un equipo portátil utilizado para localizar geográficamente algún punto. Este sistema está compuesto por tres segmentos: Segmento Espacial, segmento de control y segmento de usuarios. El segmento espacial está compuesto por una constelación de 24 satélites, ubicados en seis orbitas. El segmento de control, el cerebro del sistema, lo conforman cinco estaciones terrestres que envían la información a los satélites para controlar las orbitas y realizar el mantenimiento de toda la constelación. El segmento de usuarios o unidades GPS se compone de Hardware y software de los equipos GPS. Los receptores GPS no trabajan con ningún dato

análogo como presión, humedad o temperaturas, es decir, que no se pueden deducir datos atmosféricos a partir de ellos. El uso de estos sistemas permite disponer de información confiable sobre la ubicación geográfica de algún punto (SIAP, 2006).

Para que el receptor GPS registre las coordenadas de un punto, debe captar la señal de al menos tres satélites, con los que calcula su propia posición en la tierra y cuantas más señales recibe, más exacto es el cálculo de posición.

4.8. Antecedentes del uso del Sistema de Posicionamiento Global

Son múltiples los campos de aplicación de los sistemas de posicionamiento, en la actualidad se utilizan para el estudio de fenómenos atmosféricos, localización y navegación en regiones inhóspitas, modelos geológicos y topográficos, ingeniería civil, sistemas de alarma automática, sincronización de señales, etc.

La incorporación de este tipo de sistemas en la agricultura, ha dado un gran cambio en el sistema productivo del agricultor, ya que a través de un receptor GPS se puede obtener información muy precisa y a un bajo costo de sus cultivos, y de los factores de manejo que inciden directamente en su rendimiento, como pueden ser el control de malezas, plagas y enfermedades.

El GPS se comenzó a utilizar en la agricultura de USA aproximadamente en el año de 1989. En México se ha utilizado para georreferenciar la presencia de plagas en ciertos cultivos, por ejemplo, se está utilizando en el programa binacional para la supresión/erradicación de gusano rosado y picudo del algodón en el Estado de Chihuahua que implementó la DGSV en coordinación con USDA desde el 2002. A través del GPS se capturan las coordenadas de los campos de algodón, cuya información se traslada a la computadora en donde se generan mapas que permiten visualizar la ubicación de los campos, calcular su superficie y etiquetarlos con datos como nombre del productor, Localidad, Municipio y áreas donde se detecta la presencia de las plagas del gusano rosado y picudo del algodón (SAGARPA, 2006).

Este tipo de sistemas GPS también se ha utilizado para identificar las coordenadas de las rutas de trampeo, áreas comerciales y marginales con presencia de hospederos de moscas de la fruta, así como en levantamiento y verificación de predios y lotes de cultivo de aguacate.

4.9. ArcView GIS 3.1

ArcView GIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) desarrollado por la empresa estadounidense Environmental Systems Research, Inc. (ESRI). Con esta herramienta se pueden representar datos georreferenciados, analizar las características y patrones de distribución de esos datos. Permite visualizar, explorar, consultar y analizar información geográfica. También permite crear graficas y elaborar mapas e imprimirlos.

Coordenadas Geográficas

El sistema de coordenadas geográficas es uno de los más usados en todo el mundo y consiste en líneas proyectadas de longitud y latitud. Las líneas de longitud son verticales que parten del Meridiano de Greenwich, atravesando el Ecuador de manera perpendicular, pasando por los polos. Las líneas de latitud parten del Ecuador, tanto al hemisferio norte como al sur, de manera horizontal y paralelas al Ecuador. Por lo que la longitud de un punto se mide en dirección este u oeste perpendicular al Ecuador, partiendo de 0° hasta 180° y la latitud se mide en dirección norte o sur paralelo al Ecuador, partiendo de 0° hasta los 90°.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del área de estudio

Esta investigación se realizó en los Municipios de Tacámbaro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Mich (fig. 1) dado que el principal objetivo de estos municipios, es lograr que el cultivo del aguacate esté libre de plagas cuarentenarias, como los barrenadores de la semilla del género *Conotrachelus*, lo cual les permitirá tener posibilidades para exportar el fruto.

En estos Municipios, el aguacate se encuentra tanto en huertas comerciales, como en traspatios (superficie con un máximo de 5 árboles de aguacate), predomina la variedad Hass, la fuerte en menor proporción y algunos árboles de aguacate criollo. Debido al propósito de eliminar la plaga, se realizan actividades de control intensivas, tanto en las huertas establecidas como en los traspatios; no obstante, debido al ciclo biológico del insecto, existen algunas zonas buffer (superficie menor a 1.00 ha), donde se siguen detectando daños por barrenador, aún cuando se realizan actividades de control, principalmente en frutos criollos donde no se le ha dado algún tipo de manejo ó seguimiento de control.

Tacámbaro

Este Municipio se encuentra en la parte central del estado de Michoacán, limita al Norte con Pátzcuaro y Acuitzio del Canje, al Este con Madero y Nocupétaro al Sur con Turicato y al Oeste con Ario de Rosales. Sus coordenadas geográficas son: latitud norte 19°14', longitud oeste 101°28'. Su Altura es de 1,640 msnm. La superficie total del municipio es de 787.15 km², que representa el 1.33% del total del estado.

Su clima es cálido, templado-húmedo y de transición con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,451.6 mm³ y temperaturas que oscilan entre 8.8 a 26.9°C.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno; corresponden principalmente a los de tipo podzólico y chernozem. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

La agricultura es la principal actividad del municipio, sus cultivos básicos son el trigo, sorgo, garbanzo, arroz, aguacate, chile y caña de azúcar.

Tocumbo

Se localiza al oeste del Estado, en las coordenadas 19°42' de latitud norte y 102°32' de longitud oeste, a una altura de 1,600 msnm. Limita al norte con Villamar, al noreste con Tingüindín, al este y sur con Los Reyes, al noroeste con Cotija y al oeste con el Estado de Jalisco. Su distancia a la capital del Estado es de 196 km. Tienen una superficie de 506.85 Km² y representa el 0.86% del total del Estado.

Su clima es tropical y templado, con lluvias en verano. Tiene un precipitación pluvial de 1,100 mm³ y templados que oscilan de 15.6 a 31.6° C.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario y paleoceno, corresponden principalmente a los del tipo chernozem y chesnut. Su uso está destinado primordialmente a la actividad forestal y en menor proporción a la ganadera y agrícola.

La principal actividad del municipio es la agricultura, un alto porcentaje de la población se dedica a esta actividad siendo sus principales cultivos: la caña de azúcar, maíz, frijol, alfalfa y garbanzo. Respecto a la superficie de aguacate particularmente es de traspatio.

Susupuato

Se localiza al este del Estado, en las coordenadas 19°13' de latitud norte y 100°24' de longitud oeste, a una altura de 1,240 msnm. Limita al norte con Juárez y Zitacuaro, al este y sur con el Estado de México, y al oeste con Tuzantla. La superficie de este Municipio es de 273.33 Km² y representa 0.46% del total del Estado.

Su clima es tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,050 mm³ y temperaturas que oscilan entre 13.2 a 25° C.

Los suelos del municipio datan del período paleozoico y corresponden principalmente a los del tipo chernozem y pradera. Su uso es primordialmente agrícola y en menor proporción forestal y ganadero.

La agricultura es la actividad más representativa en el municipio siendo sus principales cultivos: maíz, frijol, camote y arroz. En este municipio el aguacate no representa una fuente de ingreso, dado que predomina el aguacate criollo, con una edad aproximada de 20 a 30 años.

Ziracuaretiro

El Municipio de Ziracuaretiro se localiza en la parte central del Estado, en las coordenadas 19°26' de latitud norte y 101°55' de longitud oeste, a una altura de 1,380 msnm. Limita al norte con Tingambato, al este con Salvador Escalante, al sur con Taretan y al oeste con Uruapan. Su superficie es de 159.60 Km² y representa el 0.27% del total del Estado.

Su clima es tropical con lluvias en verano. Tiene una precipitación pluvial anual de 1,200 mm³ y temperaturas que oscilan entre 8.0 y 37.0° C.

Los suelos del municipio datan de los períodos cenozoico, terciario inferior y eoceno, corresponden principalmente a los del tipo podzólico y pradera de montaña. Su uso es primordialmente forestal y en menor proporción agrícola y ganadero.

Representa la principal actividad económica del municipio, de donde se desprende en gran medida la dinámica de los habitantes, así como de los otros sectores productivos. En esta actividad, se concentra el 55.59% de la población total ocupada del municipio.

Los principales cultivos son: maíz; frijol, calabaza, aguacate, caña de azúcar, mamey, nopal, plátano y zarzamora.

Cotija

Se localiza al Oeste del Estado en las coordenadas 19°48' de latitud Norte y 102°42' de longitud Oeste, a una altura de 1,630 metros sobre el nivel del mar. Limita al Norte con Jiquilpan al Noroeste con Villamar, al Este y Sur con Tocumbo, al Oeste y Suroeste con el Estado de Jalisco. Su superficie es de 509.41 Km².

El clima es templado con lluvias en verano y una precipitación pluvial anual de 800 a 1,000 mm³. Con una temperatura media anual de 18 °C y una mínima de 0 °C, con una máxima de 35 °C.

Los suelos del municipio datan de los periodos cenozoico, terciario y piloceno; corresponden principalmente a los tipos de chemozem y chesnut. Su uso es primordialmente forestal y en menos proporción ganadera y agrícola.

En este Municipio se obtienen productos agrícolas propios de esos climas como son: el maíz, la caña de azúcar, alfalfa, frijol, jitomate y otros. Entre los frutales de mayor producción es el aguacate, el cual se cultiva en las regiones elevadas, el durazno, lima y naranja.

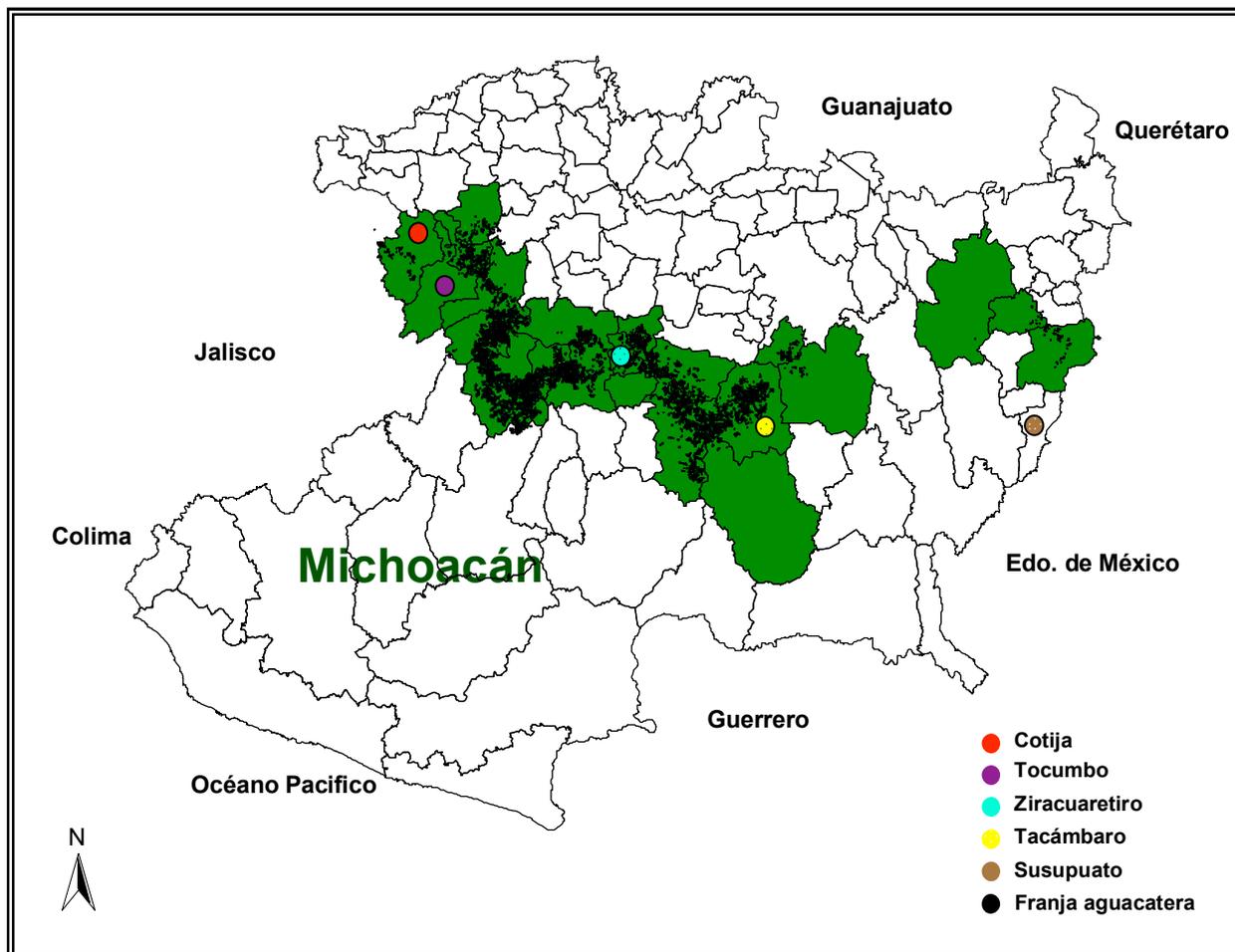


Figura 1. Ubicación geográfica de los municipios de Ziracuaretiro, Tocumbo, Cotija, Susupuato y Tacámbaro, Mich. Franja aguacatera. Fuente: Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Michoacán.

El Estado de Michoacán se localiza en la parte centro occidente de la República Mexicana, sobre la costa meridional del Océano Pacífico, entre los 17°54'34" y 20°23'37" de latitud Norte y los 100°03'23" y 103°44'09" de longitud Oeste. Al norte colinda con los Estados de Guanajuato y Querétaro, al sureste con Guerrero, al suroeste con el Océano Pacífico, al este con México y al noroeste con Colima y Jalisco. Su superficie es 59,864 km² que representa alrededor del 3% de la superficie total del territorio nacional. Cuenta con 113 Municipios.

5.2. Muestreos del barrenador de la semilla del aguacate

Se realizaron muestreos en huertos comerciales y traspatios de los Municipios de Tacámbaro, Tocuambo, Cotija, Susupuato y Ziracuaretiro, Mich., durante los meses de julio a noviembre de 2005 y en mayo de 2006; en ese periodo se revisaron 70 huertos comerciales y 36 traspatios en una superficie aproximada de 61.58 hectáreas de aguacate (93 propietarios). Se muestrearon 1,856 árboles y 2,104 frutos de aguacate Hass y criollo, se partieron 2,052 frutos para buscar larvas o huevecillos del barrenador.

Con el GPS se georeferenciaron las coordenadas de longitud y latitud de 195 árboles y los datos obtenidos se representaron en mapas digitales, con apoyo del programa ArcView GIS 3.1 y cartas geográficas digitales de INEGI 2005. En el mapa (figura 2) se ilustra la distribución de los árboles de aguacate donde se detectó la presencia o ausencia de barrenadores de la semilla.

5.3. Metodología de muestreo del barrenador

Para realizar el muestreo de los insectos se contó con el apoyo de personal aprobado en la Campaña Manejo Fitosanitario del Aguacate, asignado al CESV y a las JLSV del Estado de Michoacán, quienes corroboraron la superficie inscrita y los linderos de la propiedad.

El muestreo consistió en seleccionar al azar 10 árboles de aguacate por hectárea en huertos comerciales, y en traspatios se muestrearon todos los árboles. Se muestreó el follaje para detectar adultos y los frutos para detectar larvas y huevecillos.

En el muestreo del follaje, se seleccionaron ramas con abundantes hojas, bajo las cuales se colocó un cuadro de tela, y entonces la rama se sacudió para que cayeran los insectos adultos.

Para los muestreos de frutos en campo, se revisaron de manera visual todos los frutos del árbol y se cortaron aquellos que presentaran síntomas de daños causados por el barrenador, tales como perforaciones pequeñas o la presencia de un polvo blanquecino en la parte apical, media o basal del fruto (Fig. 2). Además, se cortaron al azar aproximadamente 10 frutos del árbol y se partieron para buscar larvas o huevecillos del barrenador; asimismo, se partieron todos los frutos que se encontraron caídos bajo en árbol.

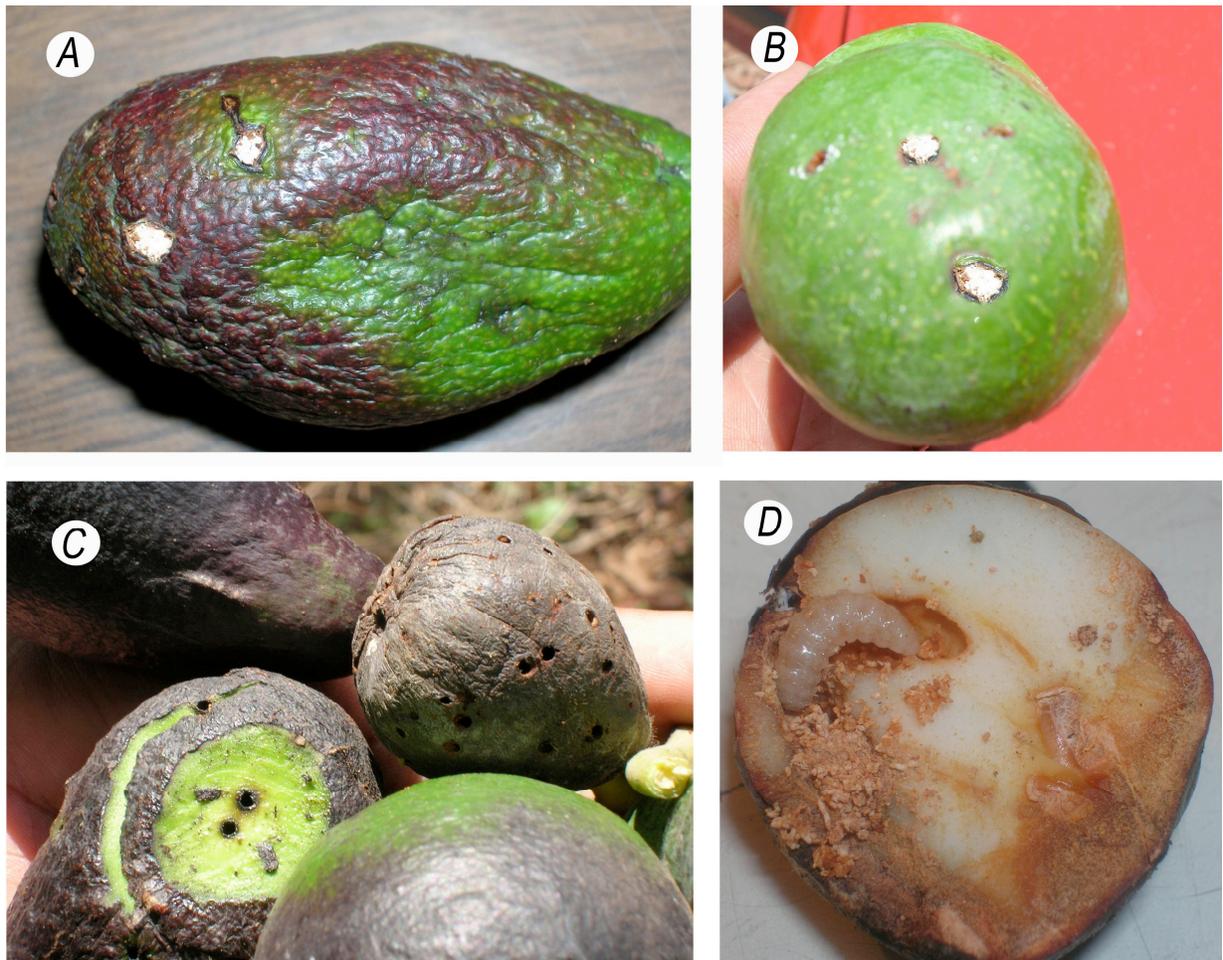


Figura 2. Frutos dañados por el barrenador de la semilla del aguacate. A y B, presencia de polvo blanquecino en la parte apical del fruto; C, perforaciones en la parte apical del fruto; D, galerías que realizan las larvas al alimentarse de la semilla (fotos por M. Francia R.).

5.4. Mantenimiento de los insectos y obtención de adultos

De las huertas de aguacate donde se detectó la presencia del barrenador, se colectaron frutos con daños externos del barrenador de la semilla y se llevaron a laboratorio. Algunos frutos se colocaron en botes de plástico tapados con malla a temperatura ambiente. Una vez que emergieron las larvas del barrenador, se colocaron en recipientes de plástico con 10 cm de tierra proveniente de la zona de estudio; otros frutos se partieron para extraer la semillas, las cuales se colocaron directamente en los recipientes con tierra. Todos los recipientes que contenían tierra con larvas y semillas de aguacate, se colocaron en una cámara de cría a 27°C, manteniendo la humedad de la tierra hasta la emergencia del adulto. Una vez que las larvas estuvieron en contacto con la tierra, inmediatamente se enterraron en el suelo donde puparon, y ahí permanecieron hasta la emergencia de los adultos; asimismo se mantuvieron inmóviles en la tierra, aunque algunos estuvieron poco activos.

Los adultos se conservaron en alcohol al 70% y se utilizaron para la identificación y morfología de la especie, la cual se realizó en el laboratorio de morfología del área de entomología del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México, además, de tomar como referencia para la identificación a ejemplares de la misma especie tanto de la colección entomológica del Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria de la Dirección General de Sanidad Vegetal, como de la Facultad de Agrobiología de Uruapan Michoacán, así como de material entomológico del propio Colegio de Postgraduados. Asimismo, se contó con el apoyo del personal especializado del área de morfología del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo. de México.

5.5. Estudio morfológico del barrenador

Para corroborar la identificación de la especie se usaron métodos convencionales de morfología de insectos. Con microscopios estereoscópicos se hicieron disecciones y preparaciones de las estructuras que serían de utilidad para la taxonomía. Se tomaron fotografías de las estructuras morfológicas utilizando microscopios Carl Zeiss, modelos

Tessovar y Fotomicroscopio III, a los que se les instaló una cámara digital para microscopía Pixera Professional. El procesamiento de las imágenes se hizo con el programa Adobe Photoshop 7.0. A cada imagen se le colocó una escala de referencia de medida. Para su estudio y fotografía, algunas estructuras se mantuvieron en alcohol al 70% y otras se usaron en seco. Con otras se hicieron montajes temporales sobre portaobjetos con glicerina sin cubreobjetos, con la finalidad de poder orientar las estructuras en diferentes planos o vistas. Para limpiar y aclarar las estructuras, se maceró en hidróxido de potasio (KOH) al 10% durante 10 minutos a 80°C. Se lavaron después con agua destilada y se conservaron en alcohol. Se hicieron montajes en portaobjetos usando glicerina pura como medio de inclusión. A los lados de las muestras se colocaron bandas de papel de 1.5 mm de ancho, con el fin de que las estructuras no fueran aplastadas por el cubreobjetos. Las estructuras que se fotografiaron en seco y las sumergidas en alcohol, se conservaron después en microcápsulas de plástico con alcohol al 70%. Las medidas de estructuras se hicieron con el analizador de imágenes Image Tool versión 3 (Wilcox, *et al.*, 2002).

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Distribución geográfica de las huertas de aguacate y trabajo de inspección

Se muestrearon 1,856 árboles de aguacate, de los cuales se detectaron 8 árboles con presencia de barrenadores de la semilla del aguacate, cuyas coordenadas geográficas de longitud y latitud, se indican en el cuadro 2 y figura 3.

Cuadro 2. Ubicación geográfica de árboles de aguacate detectados con presencia de barrenadores de la semilla, en cinco municipios del estado de Michoacán, durante los muestreos realizados de julio a noviembre de 2005 y mayo de 2006.

Especie encontrada	Municipio	Variedad	Coordenadas geográficas	
			Longitud	Latitud
<i>Conotrachelus aguacatae</i>	Ziracuaretiro	Criollo	19° 25' 06.7"	101° 54' 20.6"
<i>Conotrachelus aguacatae</i>	Ziracuaretiro	criollo	19° 25' 25.1"	101° 56' 04.7"
<i>Conotrachelus aguacatae</i>	Tocumbo	criollo	19° 43' 09.4"	102° 37' 25.4"
<i>Conotrachelus aguacatae</i>	Cotija	Hass	19° 45' 12.5"	102° 37' 36.7"
<i>Conotrachelus aguacatae</i>	Cotija	Hass	19° 45' 12.5"	102° 37' 36.5"
<i>Conotrachelus aguacatae</i>	Cotija	Hass	19° 45' 12.6"	102° 37' 36.3"
<i>Conotrachelus aguacatae</i>	Cotija	Hass	19° 45' 12.6"	102° 37' 35.9"
<i>Conotrachelus perseae</i>	Susupuato	criollo	19° 12' 14.1"	100° 24' 15.9"

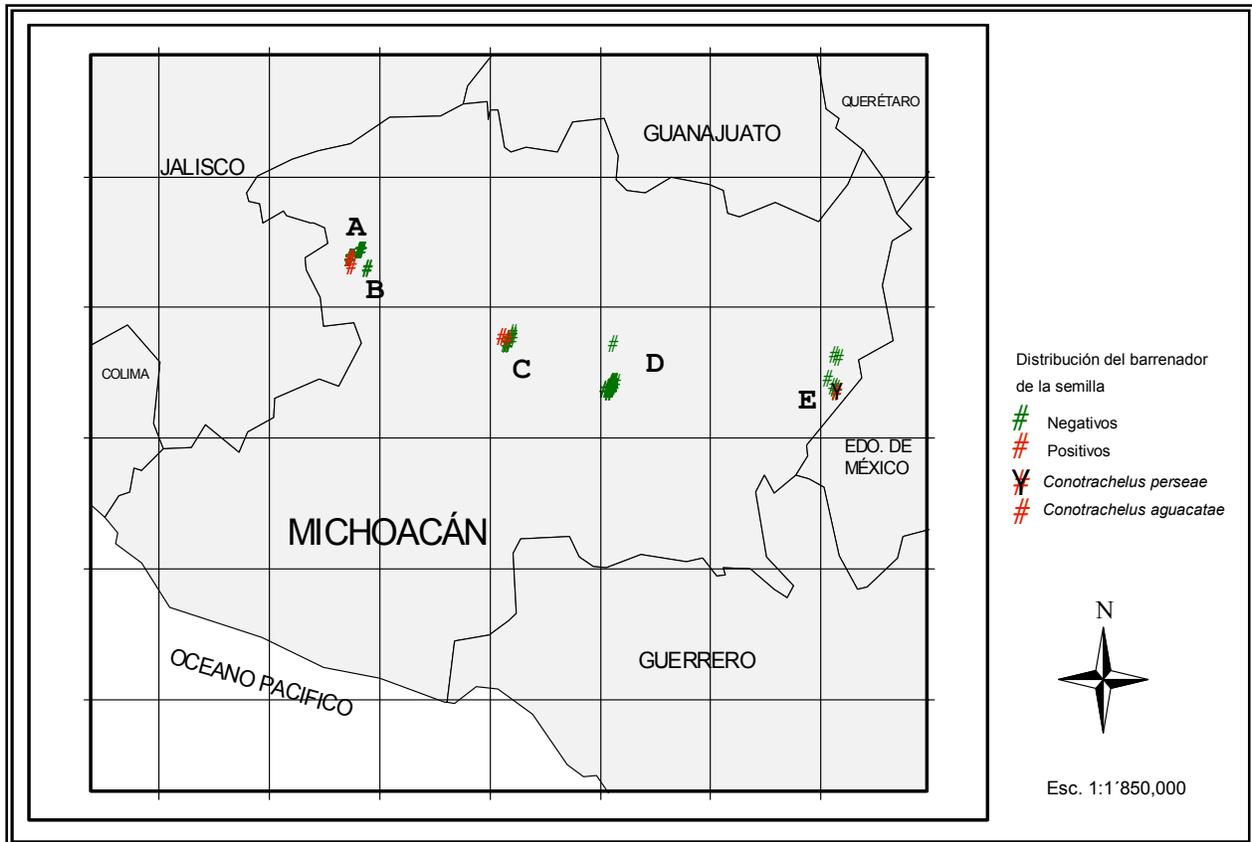


Figura 3. Muestreos en árboles de aguacate con relación a la presencia y ausencia de *Conotrachelus perseae* y *Conotrachelus aguacatae* Barber, en Tacámbaro, Ziracuaretiro, Tocumbo, Susupuato y Cotija, Mich. (julio a noviembre de 2005 y en mayo de 2006).

En el Municipio de Ziracuaretiro se muestrearon 23 sitios de traspatios y huertos comerciales de aguacate durante los meses de julio, agosto y noviembre de 2005, sin detectar la presencia del barrenador de la semilla. Sin embargo, en el mes de agosto de 2005 en la localidad de San Andrés Corú se encontraron dos semillas con larvas del barrenador *C. aguacatae* en árboles de aguacate criollo, uno en huerto de traspatio y otro en huerto comercial (Fig. 4).

En septiembre de 2005 se muestrearon 78 sitios de árboles Hass y criollos de las localidades de Joyas Altas y Joyas Bajas del Municipio de Tacámbaro, sin detectar la presencia del barrenador de la semilla del aguacate (Fig. 5).

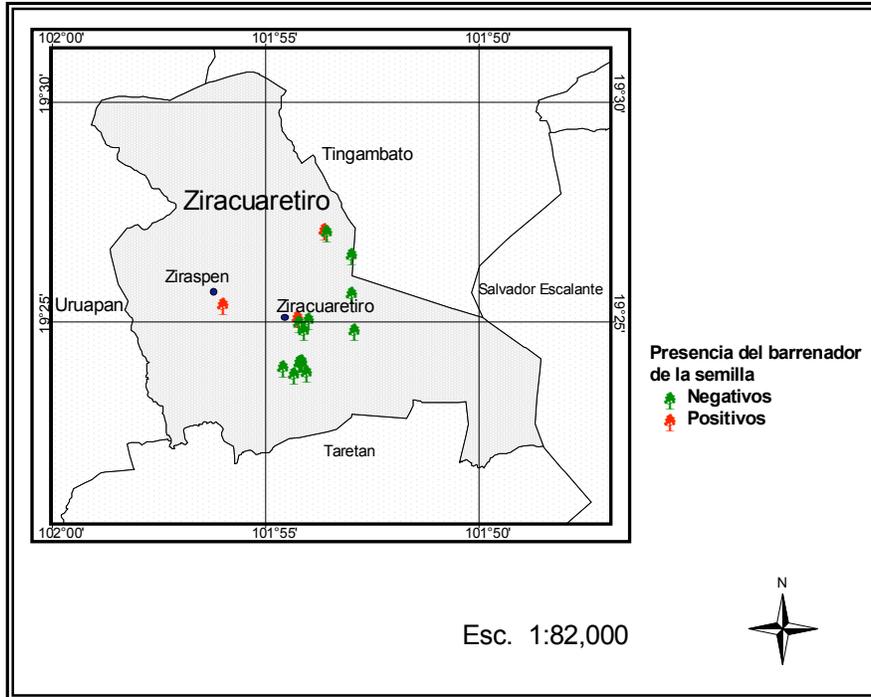


Figura 4. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la presencia de *Conotrachelus aguacatae* Barber en Ziracuaretiro, Mich.

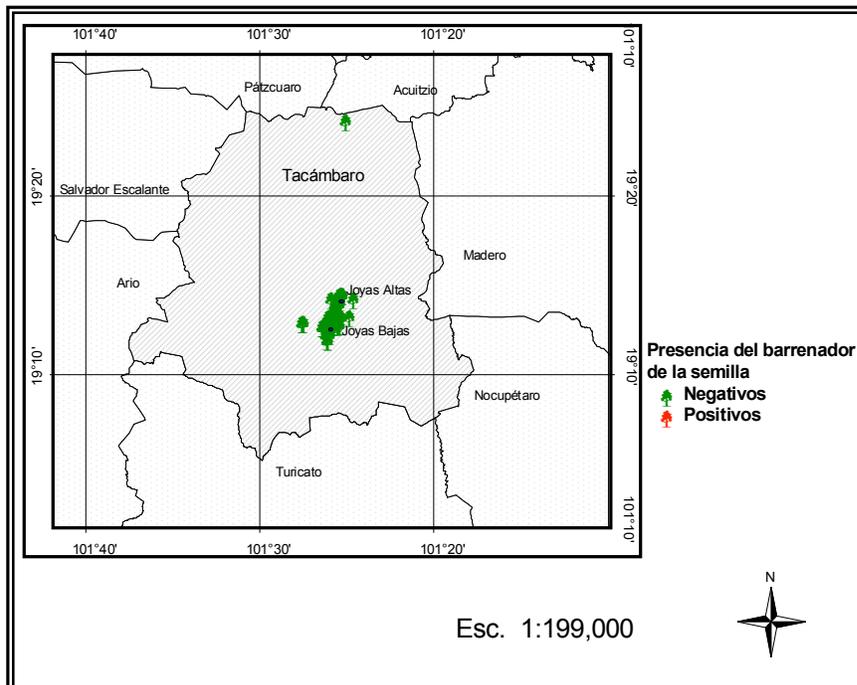


Figura 5. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la ausencia de *Conotrachelus aguacatae* Barber y *Conotrachelus perseae* Barber en Tacámbaro, Mich.

En noviembre de 2005 se muestrearon 34 sitios de árboles de la variedad Hass y criollos de las localidades de Santa Inés, La Magdalena y La Laguneta del municipio de Tocumbo. En la última localidad se encontraron dos larvas de *C. aguacatae* en uno de los árboles criollos de traspatio (Fig. 6).

En el municipio de Cotija se muestrearon 59 sitios de la variedad Hass y criollos, durante el mes de noviembre de 2005, donde se encontraron 4 árboles con frutos dañados por barrenador en la Localidad de Vista Hermosa; se llevaron al laboratorio del Colegio de Postgraduados y se mantuvieron ahí hasta la emergencia del adulto. La especie se identificó como *C. aguacatae* (Fig. 6).

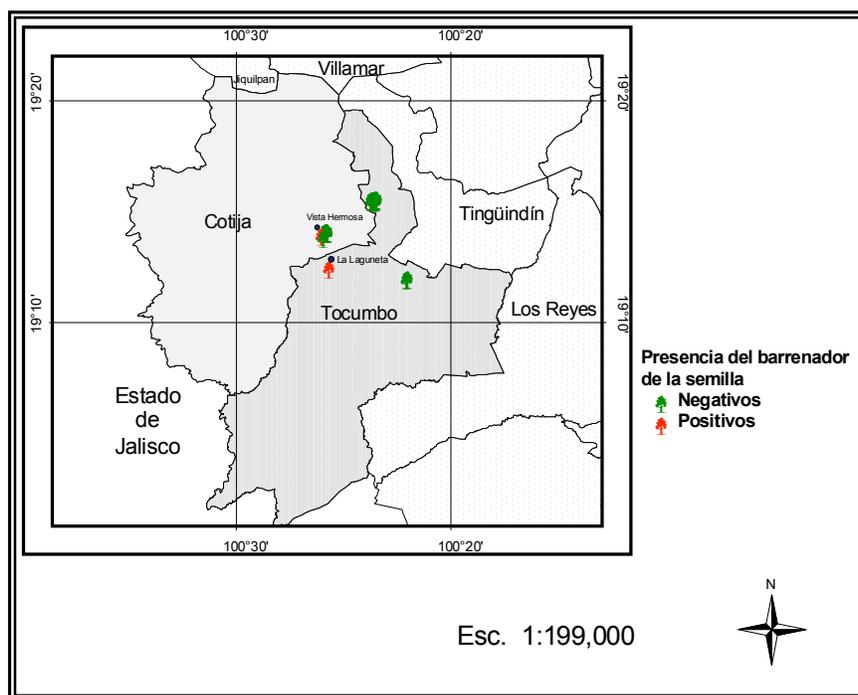


Figura 6. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la presencia de *Conotrachelus aguacatae* Barber, en Cotija y Tocumbo, Mich.

En mayo de 2006, se muestrearon 3 sitios de árboles criollos, ubicados en una franja sobre el cause de un arroyo de las localidades de El Aguacate, Susupuato, Santa Inés del Municipio de Susupuato y la localidad Las Parotas del municipio de Benito Juárez.

Solamente en la Localidad de El Aguacate se encontró un fruto criollo con dos larvas del barrenador de la semilla, especie identificada como *C. perseae*. También se muestrearon árboles de las localidades de Los Pedregales y Los Zapotes del municipio de Zitacuaro, sin detectar la presencia del barrenador (Fig. 7).

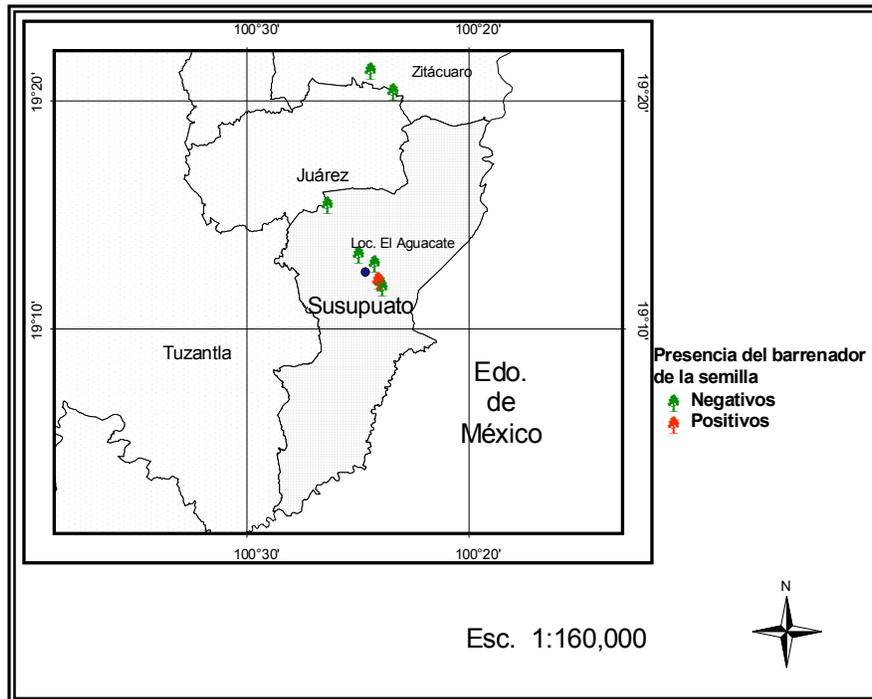


Figura 7. Muestreo en árboles de aguacate con relación a la presencia de *Conotrachelus perseae* Barber en Susupuato, Mich.

6.2. Morfología de *C. aguacatae*

En este capítulo se presentan las características morfológicas de algunas estructuras que pueden usarse para la identificación de la especie. El objetivo de este trabajo no fue hacer una morfología completa, sino describir las partes que mejor contribuyan a la separación de las especies *C. aguacatae* y *C. perseae*, tema que ha sido tradicionalmente problemático, aún para especialistas. Algunas de estas estructuras separan de manera directa y definitiva a las especies, mientras que otras se proponen

como una posibilidad fuerte para la taxonomía, aunque aún tengan que ser avaladas con estudios que demuestren su consistencia, ya que en este estudio se observaron en un número muy reducido de ejemplares. La morfología de larva, pupa y adulto determinó finalmente la presencia de *C. aguacatae* en las localidades geográficas referidas en este trabajo.

6.2.1. Morfología de la larva y pupa de *C. aguacatae*

La larva es de color blanco amarillento con cabeza oscura, con tres segmentos torácicos y nueve abdominales, es ápoda, de cuerpo carnoso y de consistencia suave (Fig. 8A). La cabeza es hipognata y esclerosada. En la cabeza se destacan como órganos de ingestión las mandíbulas, el labro (Fig. 8E y 8F) y el complejo maxilolabial (Fig. 8D), ubicado en la parte ventral posterior de la cabeza; este órgano compuesto se denomina maxilolabial debido a la unión de los bordes mesales de las maxilas con el área premental del labio, y a la reducción casi total de la hipofaringe, que también se fusiona al labio hasta hacer desaparecer el meato salival. Aunque la sola forma del esclerito premental no parece tener características útiles, su arreglo de tridente sugiere que un análisis morfométrico podría establecer proporciones que ayuden a diferenciar especies, y tal vez sexos o instares.

La placa tergal protorácica de la larva lleva a ambos lados tres setas cuyas bases forman un triángulo. Se intentó un análisis de las distancias y ángulos de esta formación, pero no se encontraron relaciones consistentes. Este es otro caso que amerita un estudio más detallado de morfometría geométrica, con un número estadísticamente significativo de ejemplares.

Los espiráculos abdominales se mencionan como una de las estructuras que pueden servir de herramienta para la identificación de las especies. Se localizan en la parte lateral de cada segmento abdominal, excepto en el noveno y décimo. Todos los espiráculos son bíforos y están formados por una cámara principal y dos cámaras secundarias o accesorias. La característica que resultó de utilidad taxonómica es el

esclerito que forma el borde anterior y superior del peritrema. En *C. aguacatae* esta placa tiene un esclerosamiento uniforme, que recorre todo el borde anterior del espiráculo y termina en el extremo posterior del margen dorsal, pero sin llegar al punto más posterior del órgano (Fig. 8B). En *C. perseae*, en cambio, el esclerosamiento es notoriamente más marcado en el margen dorsal y su punta aguda llega hasta el extremo posterior del espiráculo. Esta comparación resulta de interés, ya que constituye una de las escasas características que ayudan a la identificación de especies en estado de larva.

Otra estructura que se consideró como posible herramienta de identificación entre las especies es la ornamentación dorsal de la larva. Está compuesta de crecimientos exocuticulares microscópicos en forma de espinas o dientes triangulares (Fig. 8C). De un solo ejemplar se tomó una muestra del primer tergo abdominal, se midió la longitud y anchura de los dientes, de los que se obtuvo una longitud promedio de 10.343 μm y una anchura promedio de 5.040 μm en *C. aguacatae*, en tanto que *C. perseae* la longitud promedio es de 7.160 μm y de ancho un promedio de 4.716 μm (Domínguez, 2006). Aún cuando existen diferencias muy notorias en las medidas de estas ornamentaciones de ambas especies, con un solo ejemplar no se puede concluir que estas estructuras sean útiles para la identificación del barrenador, por lo que es necesario analizar una mayor cantidad de ejemplares.

En la pupa de *C. aguacatae* la cabeza se encuentra totalmente adosada al cuerpo, aún más que en otras especies, y en vista ventral se aprecia un par de cerdas en el vértex, un par en la frente, dos pares en el pico y un par lateral cerca de los ojos. También presentan un par de cerdas en cada fémur. En vista dorsal se puede apreciar que en el protórax tiene cinco pares de cerdas laterales y tres pares formando dos hileras a los lados. En cada segmento abdominal presentan dos pares de cerdas (Fig. 8G, 8H y 8I).

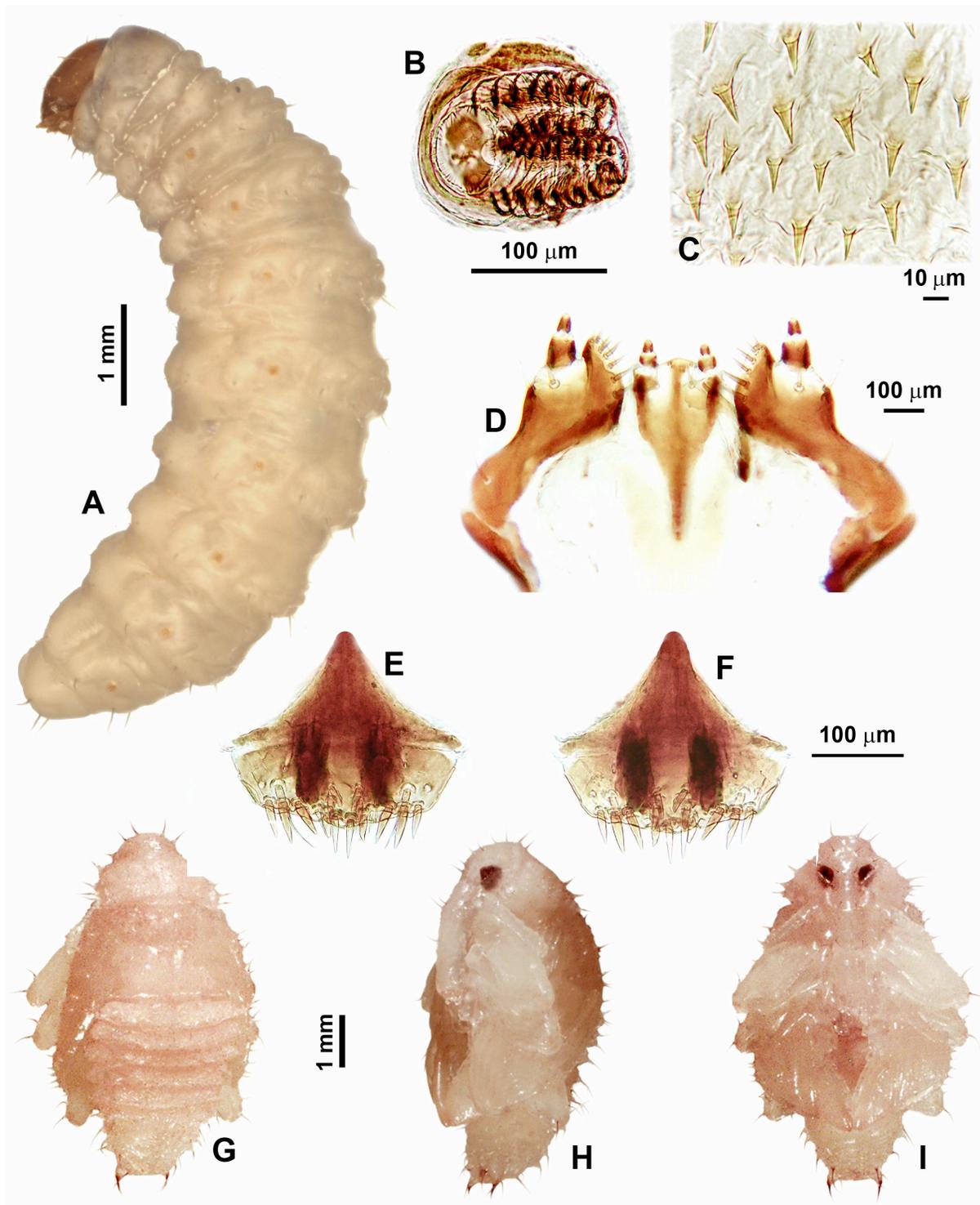


Figura 8. Estructuras morfológicas de la larva y pupa de *C. aguacatae*. A, vista lateral de la hembra; B, segundo espiráculo abdominal izquierdo; C, ornamentación dorsal; D, complejo maxilolabial; E y F, vista anterior y posterior del labro; G, H e I, vista dorsal, lateral y ventral de la pupa.

6.2.2. Morfología del adulto de *C. aguacatae*

En vista dorsal se puede observar que *C. aguacatae* tiene una forma general romboide u ovalada. La cabeza es pequeña y esférica, y se prolonga hacia adelante para formar un pico bien desarrollado. Dorsalmente está cubierta de escamas, con excepción de la parte posterior donde se articula con el protórax (Fig. 9A). Los ojos de *C. aguacatae* son relativamente pequeños, de contornos que parecen marcar tres lados, con la parte basal más grande y en dirección hacia el dorso; están parcialmente cubiertos por el protórax (Fig. 9B).

Las antenas de la hembra de *C. aguacatae* están insertadas casi en el cuarto apical del rostrum (Fig. 9D), y en el macho se insertan un poco más cerca del extremo apical. El escapo antenal es casi igual de largo que el flagelo, y se aloja casi en su totalidad en una ranura longitudinal del rostrum llamada escrobo. El flagelo de la antena consta de siete artejos y un mazo de forma ovalada con tres artejos más anchos.

En relación a la curvatura del rostrum, Muñiz (1970) señala que es poco curvo y cilíndrico, y Barber (1923) mencionó que es más largo en las hembras que en los machos. Estas referencias ejemplifican la falta de precisión que hay cuando se usa la longitud y curvatura del rostrum de los curculionidos como características descriptivas. En este estudio se calculó la proporción de la curvatura respecto a la longitud del rostrum. Se hizo tanto en hembras como en machos, con la finalidad de conocer las diferencias entre especies y entre sexos. Para este análisis se midió la longitud en línea recta y sobre la curva, que parte de la base del rostrum hasta su extremo apical, sin considerar las piezas bucales, ya que son móviles. Se midió el radio de curvatura, o línea perpendicular a la recta de la longitud del rostrum. Este radio de curvatura va desde el punto más externo de la curva, ubicado por la tangente de la curva, hasta su intersección con la recta de longitud. También se consideró medir la distancia que hay desde la base del rostrum hasta el radio, y la que hay desde éste hasta el extremo de la curva. La proporción de curvatura (longitud ÷ radio) del rostrum de la hembra de *C. aguacatae* es de 13.7 y la del macho de 12.8. La curvatura del rostrum de la hembra de

C. perseae (Domínguez, 2006) es de 11 y la del macho de 14. Con estas referencias existe la posibilidad de comparar en este aspecto a las especies y a los sexos.

Las piezas bucales se ubican en el extremo apical del rostrum; sin necesidad de extraer las mandíbulas, estas se pueden observar en vista dorsal, ventral y lateral. La forma de las mandíbulas es asimétrica, con tres dientes; el más cercano a la base es más redondeado en la mandíbula derecha y en la izquierda es más triangular (Fig. 10A).

En el adulto las maxilas están bien desarrolladas. El cardo es pequeño, con su base en forma de media luna; soporta al estípite que tiene forma rectangular. El estípite en su inserción con el cardo tiene un borde diagonal y en su margen posterior, que es un poco curvo y diagonal, se une al palpífero y a la lacinia, la cual se encuentra en el lado interno de la maxila. El palpífero es casi cónico; lleva unas cerdas largas, y a él se une el palpo que es trisegmentado. El primero y segundo segmentos son más anchos que largos, con sus lados redondeados; el tercer segmento es más angosto y más largo que los dos primeros, y en su parte distal lleva órganos sensoriales quimiorreceptores que tienen forma de papila. La lacinia es una lámina triangular que en sus bordes presenta una serie de cerdas aplanadas, fuertes y curvas en forma de dientes. En los vértices hay una serie de cerdas delgadas y rectas de tamaños variables. La cara interna y externa están cubiertas de cerdas más cortas y rectas, de tamaño variable (Fig. 10C).

El protórax merece especial atención, ya que sus bordes laterales, vistos dorsalmente, muestran un contorno claramente diferente en las dos especies de *Conotrachelus*. En *C. aguacatae* los márgenes laterales del protórax convergen casi rectos hacia delante, mientras que en *C. perseae* marcan una notoria constricción antes de alcanzar el borde anterior del segmento. El protórax, como segmento, es el más grande del cuerpo. En vista dorsal, es de contorno trapezoidal fuertemente constreñido hacia el ápice, el cual cubre gran parte de la cabeza. Su superficie tiene una cubierta de escamas menos densa que en otras áreas del insecto, lo que deja ver puntuaciones grandes y profundas que le dan a la cutícula una apariencia rugosa (Fig. 9F).

Aunque en este estudio no se consideró la morfología de mesotórax y de metatórax para la caracterización de la especie, sí sería conveniente plantear la posibilidad de usar la descripción que Domínguez (2006) hizo de estos segmentos en *C. perseae*, para compararlos con ésta y otras especies de curculiónidos. En particular, tendría especial interés la ornamentación superficial de la cutícula que en aquel trabajo se hizo con microscopía electrónica, y que podría ser variable entre las especies. Del mesotórax, sin embargo, habría que mencionar a los élitros, ya que en *C. aguacatae* muestran en la vista dorsal un contorno distinto que en *C. perseae*. Tomando como referencia la anchura máxima del protórax, los ángulos anterolaterales de los élitros, o áreas humerales, son más estrechos en *C. aguacatae*. Además, los márgenes laterales de los élitros en esta especie transcurren hacia atrás casi paralelos, para formar atrás un contorno redondeado (Fig. 9A), mientras que en *C. perseae* los márgenes convergen hacia atrás en un ángulo bien marcado.

En las patas protorácicas, mesotorácicas y metatorácicas de *C. aguacatae*, la hembra presenta un uncus o espina curva (Fig. 9H y 9J). En el macho el uncus protorácico y mesotorácico es igual al de la hembra, pero el metatorácico está bifurcado o dentado (Fig. 9I y 9K). En la hembra de *C. perseae* los tres pares de patas tienen uncus en forma de espina simple y triangular, mientras que en el macho el uncus anterior tiene forma de horqueta aplanada, el medio es una espina alargada y el posterior es un gancho (Domínguez, 2006). Estas características de los uncus son útiles para diferenciar a las especies, y se pueden considerar como una de las principales herramientas taxonómicas en este grupo de curculionidos.

Al principio de este estudio se considero, que las alas podrían ser de utilidad taxonómica para separar a *C. aguacatae* de *C. perseae*. En *C. aguacatae* la fusión de las venas C+Sc+R y las venas M_1 y M_2 son muy diferentes como las describe Muñiz (1970) y muy similares a las de *C. perseae*, por lo que para describir la morfología de las alas de *C. aguacatae*, es conveniente considerar la descripción que hace Domínguez (2006) para *C. perseae*.

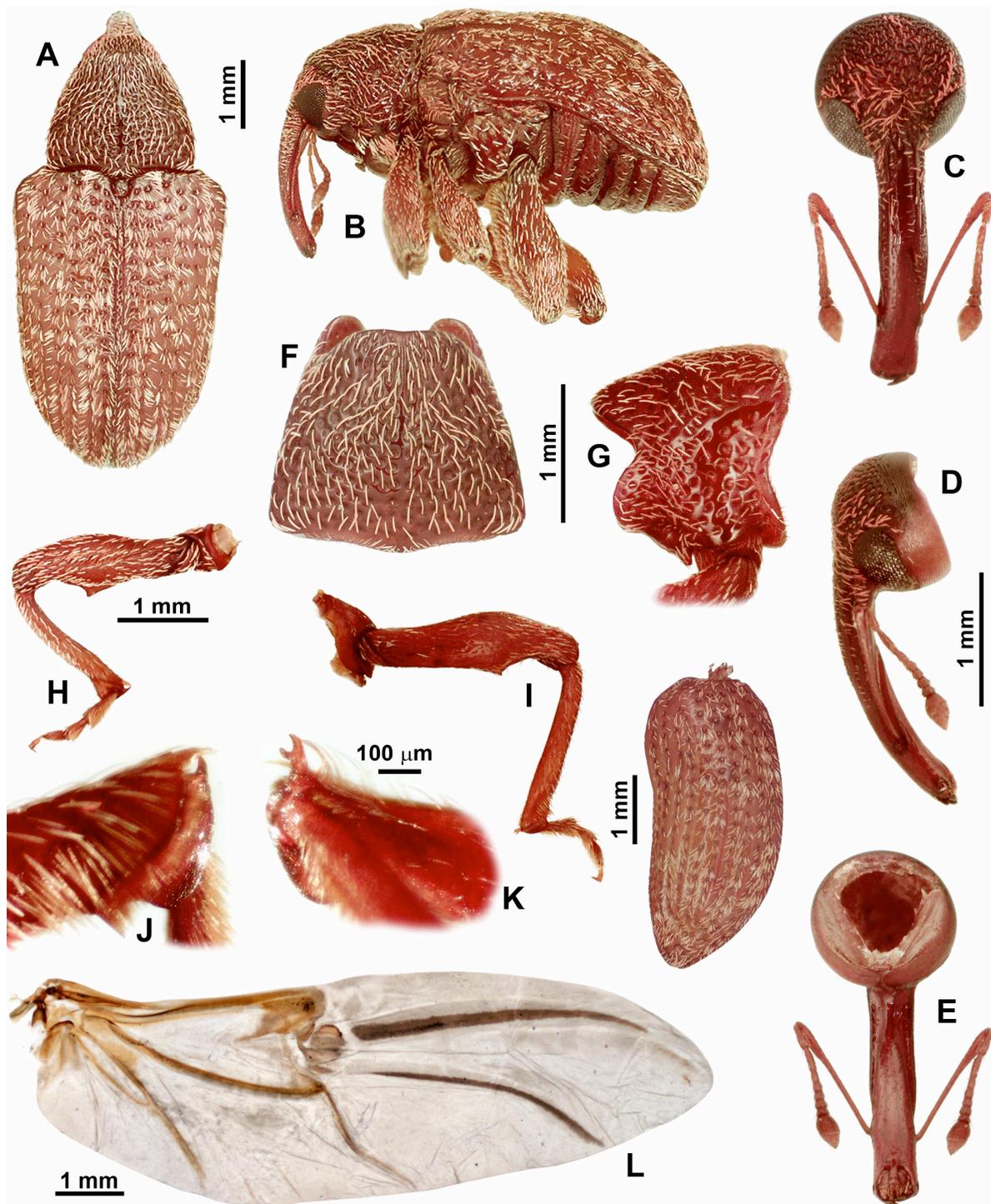


Figura 9. Estructuras morfológicas del adulto de *C. aguacatae*. A y B, vista dorsal y lateral de la hembra; C, D y E, cabeza en vista anterior, lateral y posterior de la hembra; F y G, protórax de la hembra en vista dorsal y lateral; H, pata protorácica de la hembra; I, pata metatorácica del macho; J, uncus de la pata posterior de la hembra; K, uncus de la pata posterior del macho; L, área dorsal del ala metatorácica.

De la morfología abdominal, en este trabajo se decidió utilizar sólo la genitalia de ambos sexos, pues son las estructuras que ofrecen más herramientas para la taxonomía. Tradicionalmente se ha usado la genitalia masculina para identificar especies de la generalidad de los insectos, pero en los curculionidos hay varias estructuras relacionadas con los segmentos genitales que ofrecen posibilidades realmente importantes en este campo. Durante este estudio, la aplicación de estas estructuras se comprobó en las dos especies de *Conotrachelus*, y también se ensayaron con éxito en ejemplares del género *Heilipus*. Esto hace suponer que el método se podría extender a otros curculiónidos.

La genitalia masculina incluye al edeago, al tegmen y a la espícula. El edeago es una pieza tubular aplanada, cuyos bordes laterales, en las vistas dorsal y ventral, recorren tres cuartas partes del órgano de forma casi paralela, para converger en el cuarto distal en una punta que se curva centralmente (Fig. 10F, 10G y 10H). El aspecto de esta zona constituye la característica que con más facilidad diferencia a las especies. En *C. aguacatae* la convergencia de los bordes laterales es evidente a pesar del dobléz, y en *C. perseae* el dobléz es más abrupto, de manera que en la vista dorsal el edeago parece terminar en un extremo plano. En esta zona distal, la cutícula lateral del edeago flanquea a un lóbulo medio membranoso que sobresale ventralmente; está cubierto por espinas microscópicas cortas, y lleva al gonoporo. En el tercio distal del edeago se puede ver, a través de la cutícula, la parte esclerosada del endofalo, en la que destacan dos lados curvos que se unen mesalmente a un borde medio en forma de "V" que también es diferente en otras especies. Los apodemas del pene tienen una longitud aproximada de un tercio de la longitud del edeago, y son más largos que en *C. perseae*. Los apodemas son casi paralelos, pero sus extremos anteriores se curvan hacia la línea media. Entre los apodemas hay una extensión de la cutícula dorsal del edeago, que llega en un extremo redondeado, casi hasta la mitad de la longitud de los apodemas. La imagen que el borde anterior del cuerpo del edeago ofrece en las vistas dorsal y ventral es también diferente en las especies.

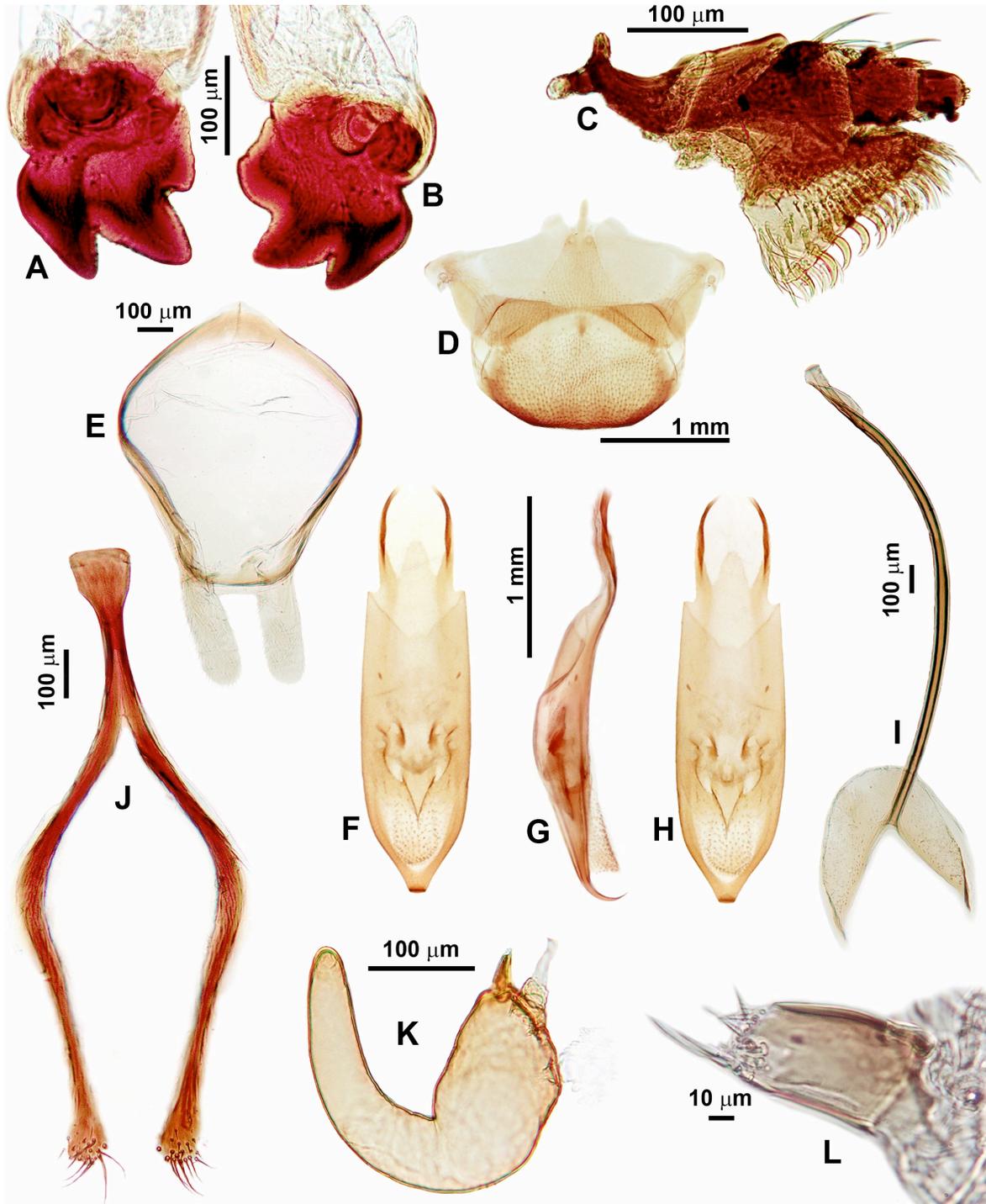


Figura 10. Estructuras morfológicas del adulto de *C. aguacatae*. A y B, mandíbulas izquierda y derecha en vista anterior; C, maxila derecha; D, último tergo abdominal del macho; E, vista posterior del tegmen; F, G y H, vista dorsal, lateral y ventral del edeago; I, espícula en vista posterior; J, octavo esternito abdominal de la hembra; K, espermateca; L, estilo de la hembra.

La forma del tegmen hace que esta genitalia se clasifique como anillada. El tegmen es un aro cuticular unido a la base del pene mediante una amplia segunda membrana conjuntiva. En la vista posterior, sus contornos recuerdan la forma de una pera, y de su área dorsal, ligeramente aplanada, salen hacia atrás los dos parámetros, notoriamente más cortos y anchos que los de *C. perseae*. Esta parte dorsal del tegmen es simple y no forma un crecimiento posterior como sucede en la otra especie. La zona media ventral del tegmen, o manubrio, es más ancha que el resto del anillo, forma una punta corta hacia atrás, pero no llega a formar un apodema (Fig. 10E).

La espícula es cilíndrica y curvada, en su parte anterior termina en punta esclerosada y la posterior se sostiene por dos láminas membranosas que forman una bifurcación cuyos bordes externos son redondeados y los internos rectos. La superficie de estas láminas está cubierta por puntuaciones y sus extremos no se unen a las valvas ventrales como sucede en otras especies. La característica que distingue a la espícula de esta especie es que en toda su longitud mantiene el mismo grosor (Fig. 10I).

La llamada genitalia femenina incluye no sólo órganos pertenecientes estrictamente al aparato genital, sino también estructuras segmentales que las rodean. De importancia morfológica y taxonómica están la espermateca, el esternito VIII y los estilos. La espermateca tiene la mitad anterior ensanchada o globosa y la posterior estrecha y curva (Fig. 10K). Esta curvatura es la principal característica que hace diferentes a las espermatecas de los dos *Conotrachelus*, pues en *C. perseae* la mitad posterior es casi recta, pero hay además otras diferencias menores. En *C. aguacatae* la espermateca tiene una ornamentación que forma un pico esclerosado en su extremo anterior, y un crecimiento tubular en su unión con el conducto espermático; ambas estructuras están ausentes en *C. perseae*.

El esternito VIII está modificado como un esclerito en forma de “Y” invertida, con un tallo medio y dos brazos laterales. La rama media es corta y su extremo anterior se ensancha, dando la apariencia de una espátula. Las ramas laterales son simétricas y mucho más largas que la media; en el primer tercio de su longitud se curvan hacia el

exterior y después convergen hacia el plano medio; sus extremos posteriores son redondeados, se ensanchan ligeramente y llevan numerosas sedas largas, seguramente quimiorreceptores (Fig. 10J). La forma y longitud del tallo medio, la curvatura de los brazos y su ausencia de proyecciones laterales, son las características que hacen a este esternito diferente del de *C. perseae*. Esta estructura es una de las más importantes a considerar para la separación e identificación de especies de curculiónidos.

Los estilos se ubican en el extremo posterior de los hemiesternitos. Son lóbulos casi cilíndricos que salen hacia atrás en la cámara genital femenina y tienen en su extremo dos grupos bien marcados de órganos sensoriales. El número, tipo y distribución de estos sénsulos serían características de importancia para la taxonomía, lo cual no pudo establecerse en este trabajo; un estudio detallado con microscopía electrónica aclararía este tema, que sería de importancia ya que se ha comprobado la utilidad de estos órganos para la identificación de especies en otros géneros de curculiónidos (Fig. 10L).

6.3. Discusión

La presencia del barrenador de la semilla del aguacate en el Estado de Michoacán data de 1933 en el Municipio de Uruapan, perdiéndose la pista del insecto desde 1945. A partir de 1973 se vuelve a detectar su presencia en algunos municipios donde se cita a Tacámbaro y Ziracuaretiro, cuando personal de la Dirección General de Sanidad Vegetal realizó muestreos en toda la zona aguacatera del Estado. Para 1978 se vuelven a hacer muestreos encontrando resultados positivos de la presencia del barrenador en Tacámbaro y Ziracuaretiro (Llanderal y Ortega, 1990). En el último municipio en particular, hasta la fecha en que se realizó el presente estudio se continúa detectando la presencia del barrenador de la semilla, ya que en 1997 el Comité Estatal y las Juntas Locales de Sanidad Vegetal de Michoacán realizaron diversos estudios, logrando determinar que en el municipio de Ziracuaretiro se encontraban afectadas 615 hectáreas de aguacate por el barrenador (*C. aguacatae*) y 448.18 en Tacámbaro. Para 1999 se reporta la existencia de *C. perseae* en el municipio de Tacámbaro (Salinas, 1999). A inicios de este mismo año la superficie afectada disminuyó en Ziracuaretiro con 550 Ha y el porcentaje de la presencia de la plaga también disminuyó (García, 1999). Por lo que la superficie sembrada de aguacate en Ziracuaretiro, fue en aumento con 1,068 hectáreas en el 2006 y un valor de la producción de 71,400 miles de pesos; y en Tacámbaro 9,501 hectáreas con un valor de la producción de 1,145,815.06 miles de pesos. El Municipio de Tacámbaro logró ser reconocido como zona libre de barrenadores de la semilla del aguacate a partir de agosto de 2004, con el cual se dio inicio a la apertura del mercado Estadounidense desde 1997. En la actualidad Tacámbaro tienen 34, 000 hectáreas certificadas para exportar aguacate a los Estados Unidos.

En Cotija el cultivo del aguacate se remonta a finales de 1950 con la variedad Hass injertada sobre criollo, también se extendió a Tocumbo pero en superficies menores (Andrés, 1996). En el 2006 se reporta una superficie de 410 hectáreas para Cotija, 312 para Tocumbo y 161.5 para Susupuato (SIAP, 2006). En estos tres municipios, hasta antes del presente estudio, en la literatura no se encontraron registros de la presencia

de los barrenadores de la semilla del aguacate, posiblemente se deba a que los árboles de aguacate que más predominan son los criollos de traspatios y en superficies muy reducidas. No obstante, recientemente se integraron al programa de erradicación, toda vez que de acuerdo a la biología de la plaga, esta se puede diseminar a través de la movilización de frutos infestados.

Al inicio de la presente investigación se presumía que en el área de estudio sólo se encontraría una especie de barrenador de la semilla del aguacate y que correspondería a *C. perseae*, dado que se considera como la principal especie existente en el estado de Michoacán el barrenador de la semilla, y no se infirió que también se podría encontrar a *C. aguacatae*, o solamente a esta última. De acuerdo con los resultados obtenidos y con las citas mencionadas, es posible que estas plagas puedan encontrarse en el mismo municipio, aunque la literatura señala que ambas especies no se han reportado en la misma huerta.

VII. CONCLUSIONES

En el estado de Michoacán se considera a *Conotrachelus perseae* como el principal barrenador de la semilla del aguacate, y como resultado del estudio morfológico, se determinó su presencia en el Municipio de Susupuato, detectado en árboles de aguacate criollo. No obstante, también se detectó la presencia de *C. aguacatae*, en árboles de aguacate criollo, pero en los Municipios de Ziracuaretiro y Tocumbo, y en Cotija se detectó en un huerto con árboles de la variedad Hass, donde el propietario no realizaba con frecuencia actividades de mantenimiento, saneamiento y control.

Aún cuando estos barrenadores de la semilla, se detectaron en árboles de aguacate criollo y que el fruto no se comercializa ampliamente, representan un riesgo fitosanitario por la movilización de frutos infestados. En la actualidad la presencia de este barrenador en el Estado de Michoacán ha preocupado a la población aguacatera, sin embargo, con las actividades de erradicación que está realizando la SAGARPA en todo el estado, ha generado expectativas para que sus huertos puedan ser reconocidos como zonas libres de la plaga con fines de exportación.

Como una de las medidas de control, para eliminar los focos de infestación del barrenador de la semilla en el municipio de Susupuato, el personal autorizado de las Juntas Locales y Comité Estatal de Sanidad Vegetal, derribaron árboles de aguacate criollo, en algunos casos con la intención de injertar los árboles con la variedad Hass. Sin embargo, este tipo de estrategias pueden modificar el hábitat de la plaga, ya que el aguacate criollo es el hospedero de origen del barrenador en el estado de Michoacán y una alteración de esa índole podría provocar en un futuro, que la plaga prefiera solamente a la variedad Hass. Por lo que se considera que para el control del barrenador, puede ser más viable que se continúe con las acciones de manejo integrado de la plaga como es el uso del control cultural (recolección y destrucción de frutos, eliminación total de frutos del árbol y podas.), control biológico (*Beauveria bassiana* o *Metarhizium anisopliae*), control químico (aspersiones al follaje y suelo) y

como medida principal el control legal (cumplimiento y aplicación de normas oficiales, aplicación de cuarentenas fitosanitarias, etc.).

Para lograr el control de este barrenador, también se considera de gran importancia la participación de los propios productores de aguacate, quienes en su caso, deben informar al personal competente, de los posibles brotes de la plaga, para que realicen las acciones necesarias, a fin de disminuir los riesgos de que la plaga se disemine en una superficie mayor, que en caso contrario, cualquier negligencia puede hacer más difícil el control, generar mayor tiempo y recursos económicos, acciones que pueden evitarse si los focos de infestación son atendidos en tiempo y por personal responsable de la SAGARPA.

Con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) fue posible georreferenciar todos los puntos muestreados, de los cuales se resaltan los positivos detectados, y a través de un mapa se pueden localizar geográficamente las coordenadas de cada uno de los puntos. Este tipo de sistemas permiten conocer la distribución geográfica de cualquier plaga y se puede considerar una herramienta importante y necesaria para definir el tipo de control o prevención a implementar para mitigar las poblaciones de cualquier plaga.

Por otro lado, las estructuras morfológicas que se describen son una herramienta que permite identificar y diferenciar al barrenador de la semilla del aguacate *Conotrachelus aguacatae*. Con esta caracterización es posible determinar la presencia del barrenador en las áreas donde se cultiva el aguacate y que presentan condiciones favorables para su desarrollo.

VIII. LITERATURA CITADA

- Andrés, A. J, *et al.* 1996. La producción Agropecuaria y Forestal de la Región de Cotija-Los Reyes, Mich. Universidad Autónoma de Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Occidente. Morelia, Mich.
- Anónimo, 2005. Dirección General de Sanidad Vegetal, México, D.F.
- Borror, J. 1989. An introduction to study of insects. Sixth edition. Saunders College Publishing. 875 P.
- Claridades agropecuarias. 1999. El aguacate mexicano. ASERCA. No. 65. Enero. www.infoaserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=65
- Claridades agropecuarias. 2002. El aguacate mexicano frente a la apertura del mercado norteamericano. ASECA. No. 110. Octubre www.infoaserca.gob.mx/claridades/marcos.asp?numero=110
- Coria, A, V. M. 1999. Ciclo de vida, fluctuación poblacional y control del barrenador de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber, *C. aguacatae* Barber) (Coleoptera: Curculiónidae) en Ziracuaretiro, Michoacán, México. Revista Chapingo Serie Horticultura. 5: 313-318
- Coronado, P. 1972. Apuntes del curso de Entomología Agrícola III. Escuela Nacional de Agricultura. 249 P.
- DOF. 2005. NOM-066-FITO-1995 "Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-066-FITO-1995-Especificaciones para el manejo fitosanitario y movilización del aguacate". Dirección General de Sanidad Vegetal. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación. 18/mayo/2002 y 13/julio/2005.

DOF. 2007. Acuerdo por el que se declaran las zonas libres del barrenador del hueso del aguacate. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Diario Oficial de la Federación. 6 de marzo. 2 p

Domínguez B., Bravo, M., González, H., López, C. 1988. Plagas de frutales. Centro de Entomología y Acarología. Colegio de Postgraduados. México. 240 P.

García G., M. A. 1999. Situación actual del barrenador pequeño del hueso (*Conotrachelus aguacatae*) en el Estado de Michoacán. Boletín El Aguacatero No. 8. Abril. www.aproam.com/boletines/boletin_aguacatero.html

González A., J. 2003. Aplicaciones epidemiológicas en estudios espacio-temporales y de muestreo del barrenador del hueso (*Conotrachelus perseae* Barber) y barrenador de ramas (*Copturus aguacate* Kissinger) del aguacate en Tacámbaro, Michoacán. Tesis de Maestría del Instituto de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 91 p.

Llenderal P., L. y H. Ortega, A. 1990. Hábitos e identificación del Barrenador pequeño de la semilla del aguacate (*Conotrachelus perseae* Barber) en Ziracuaretiro, Mich. Tesis de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo.

Márquez M., Y. 1958. El *Conotrachelus aguacatae* Barber Importante Plaga en el Estado de Querétaro. Revista Chapingo. ENA.

Martínez B., R. I. 1998. El cultivo del aguacate en Michoacán. 25 años de investigación. 1941-1998. Facultad de Agrobiología, UMSNH. 199 p.

- Muñiz V., R. 1970. Estudio Morfológico de dos especies de *Conotrachelus*, que son plagas del aguacate (*Persea gratissima* Gaertn) en México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural. Tomo XXXI: 289-337
- Rodríguez G., y R. Cásares, M 2003. Algunos aspectos bioecológicos del gorgojo del níspero, *Conotrachelus* sp. (Coleoptera: Curculionidae). Entomotropica 18(1):57-61.
- Rodríguez S., F. 1982. El aguacate. Primera Edición, A.G.T. Editor, S.A. México, D.F. 167 p.
- Salinas C., A. 1999. Biología del barrenador pequeño del hueso del aguacate *Conotrachelus perseae* Barber en Tacámbaro, Mich. Tesis de la Especialidad de Entomología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo. de México.
- SAGARPA. 2006. Manual Operativo de la campaña: Manejo Fitosanitario del Aguacatero. Dirección General de Sanidad Vegetal. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- SIAP. 2006. Anuario Estadístico. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.gob.mx.
- Téliz O., D; Mora, A. G y Morales, G. L. 2000. *El Aguacate y su Manejo Integrado*. 1ra. Edición, Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. México, D.F. p. 3-125.
- Téliz O., D., y G. Mora A. 2007. *El Aguacate y su Manejo Integrado*. 2da. Edición, Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. México, D.F. 320 p.

- Williams L., O. 1977. The avocados, a synopsis of de genus *Persea*, subg. *Persea*. *Economic Botany* 31: 315-320.
- Whitehead D., 1979. Recognition characters and distribution records for species of *Conotrachelus* (Coleoptera: Curculiónidae) that damage avocado fruits in México and Central América. *Systematic Entomology*. 81(1): 105-107.
- Wilcox, D., B. Dove, D. McDavid & D. Greer. 2002. UTHSCSA Image Tool for Windows ver. 3.0. The University of Texas Health Science Center in San Antonio. U.S.A.
- Zamora, R. C. 2000. Manejo Fitosanitario del cultivo del aguacate (*Persea americana* Miller) en el Estado de Michoacán. Tesis de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. 87 p.