

COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCION DE ENSEÑANZA E INVESTIGACION EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

“El género *Ips* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) en México.”

ABRAHAM CAMACHO PANTOJA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO

2012

La presente tesis titulada:

El género *Ips* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) en México.

realizada por el alumno: Abraham Camacho Pantoja

bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS
FITOSANIDAD
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

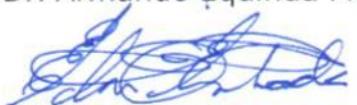
CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO



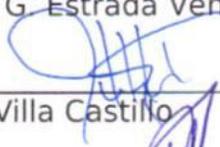
Dr. Armando Equihua Martínez

ASESOR



Dra. Edith G. Estrada Venegas

ASESOR



Dr. Jaime Villa Castillo

ASESOR



Dr. José Tulio Méndez Montiel

ASESOR



Dr. Alejandro Rodríguez Ortega

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Agosto de 2012

En las siguientes líneas, deseo expresar, mi más sincero agradecimiento a las personas e instituciones que colaboraron en esta importante etapa de mi formación profesional.

Agradecimientos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme el valioso apoyo económico, sin el cual difícilmente podría haber continuado con mi preparación.

Al Colegio de Postgraduados, y en especial al programa de Entomología y acarología del instituto de Fitosanidad, en donde siempre encontré apoyo, disposición y ánimo para continuar.

Al Dr. Armando Equihua Martínez, por el desinteresado y valioso apoyo que siempre me brindo para alcanzar esta meta.

A la Dra. Edith, por su amable apoyo en todo este proceso.

Al Dr. Jaime villa Castillo, por sus valiosos comentarios y aportaciones en este trabajo.

Al Dr. José Tulio Méndez Montiel por ser parte de mi consejo

Al Dr. Alejandro Rodríguez Ortega, por su amistad y apoyo constante.

Al profesor Jorge Valdez Carrasco, por su dedicación y decisivo apoyo en este trabajo.

A la Dra. Brytten E. Steed del Servicio Forestal de Missoula MT. B, así como al Dr. Anthony Cognato del Departamento de Entomología de la Universidad del Estado de Michigan, E. U.

A todos y cada uno de los profesores con quien en algún momento me toco convivir, que a más de participar en mi formación académica, me dieron lecciones valiosas para la vida.

A mis compañeros de aula, que no menciono por no cometer la injusticia de excluir a algunos de ellos, por hacer tan grato el tiempo en que nos ha tocado coincidir.

Dedicatoria.

A quien me permitió tomar la vida de esos minúsculos escarabajos para cumplir con mi meta.

A los *Ips*.

A mis tres amores: Irma, Mario y Ximena

A mi señora madre, Antonia Pantoja Trejo

A cada uno de mis hermanos por alentarme siempre.

Por su desinteresado apoyo y amistad, a Chucho, Paticienta, Susana y Lupita.

Contenido

Índice de figuras.....	6
Índice de cuadros	6
Resumen.....	7
Abstract.	7
1. Introducción.....	8
1.1. Objetivo general:.....	10
1.2. <i>Objetivos particulares:</i>	10
2. Revisión de Literatura.....	11
2.1 Origen de la Subfamilia Scolytinae.	11
2.2 Situación taxonómica de la subfamilia Scolytinae.	11
2.3 Hábitos.	12
2.4 Morfología.....	12
2.4.1 Huevo.....	12
2.4.2 Larva.	13
2.4.3 Pupa.....	13
2.4.4 Adulto.	13
2.5 Ciclo biológico.....	14
2.6 Hospederos de Scolytinae.....	14
2.7 Scolytinae en lo forestal.....	15
3. El género <i>Ips</i>	17
3.1 Distribución.....	17
3.2 Morfología.....	17
3.2.1 Huevo.....	17
3.2.2 Larva.	18
3.2.3 Pupa.....	18
3.2.4 Adulto.	18
3.3 Hábitos.....	18
3.4 Ciclo biológico.....	19
3.5 Hospederos del género <i>Ips</i>	22
3.6 El género <i>Ips</i> en relación a la problemática forestal en México.....	22
4. Materiales y métodos.....	23
5. Resultados y discusión.....	26
5.1 Clave del género <i>Ips</i> para especies mexicanas.	27
5.2 Estructuras distintivas de las especies.....	31
5.3 Biología.....	32
5.4 Hospederos del género <i>Ips</i>	35
5.5 Distribución.....	39
5.5. Dominancia de subgéneros de <i>Ips</i> en la República Mexicana.....	41
6. Conclusiones.....	42
7. Literatura citada.	43
8. Anexo.....	56

Índice de figuras

Figura 1. Existencias de madera en bosques templados y fríos en México.....	8
Figura 2. Situación maderable en México en relación a otros países	9
Figura 3. Forma de la galería de <i>I. calligraphus</i>	19
Figura 4. Búsqueda de especímenes	23
Figura 5. Galería de <i>I. bonanseai</i>	35
Figura 6. Galería de <i>I. pini</i>	35
Figura 7. Galería de <i>I. integer</i>	35
Figura 8. Galería de <i>I. lecontei</i>	35
Figura 9. Galería de <i>I. grandicollis</i>	35
Figura 10. Galería de <i>I. calligraphus</i>	35
Figura 11. Galería de <i>I. apache</i>	35
Figura 12. Representatividad de Emarips, Bonips y Granips	41

Índice de cuadros

Cuadro 1. Diferencias en algunos aspectos biológicos de las especies de <i>Ips</i>	33
Cuadro 2. El género <i>Ips</i> y su relación con algunas de las 46 especies de Pino (Sánchez, 2008) presentes en México.....	36
Cuadro 3. Distribución de las especies del género <i>Ips</i> en México.....	39

El género *Ips* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) en México.

Resumen.

Se recolectaron especímenes del género *Ips* en los meses de Septiembre a Noviembre de 2009 y los mismos meses de 2010 en poblaciones de árboles de pino en los estados de Morelos, Veracruz, Hidalgo y Estado de México. Se revisó información de especímenes depositados en tres colecciones entomológicas del país, así como documentos especializados de este grupo. A partir de ello se obtuvo que el número de especies para este género en México es de 12. Se propone una clave dicotómica para separar especies, una serie de láminas que ilustran las características morfológicas externas e internas distintivas de cada especie, así como datos biológicos para el género.

Palabras clave: *Ips*, clave dicotómica, distribución, morfología y biología, México.

Abstract.

Specimens of the genus *Ips* were collected from September to November of 2009 and same months of 2010 in pine tree populations in the States of Morelos, Veracruz, Hidalgo and Estado de Mexico. Specimens deposited in three Entomological collections in the country were reviewed. A bibliographic review of the group was done. Through all the work done the number of species of this genus in Mexico are 12. A dichotomous key is proposed to separate species, a series of plates illustrating the distinctive species-specific external and internal morphological characteristics, as well as biological data for the genus.

Keywords: *Ips*, dichotomous key, distribution, morphology and biology, Mexico.

1. Introducción.

México es reconocido como megadiverso y con alto número de endemismos (Rzedowski, 1991), debido entre otros factores a la convergencia de las regiones neártica y neotropical, cuyo resultado es una mezcla compleja de elementos bióticos (Morrone, 2005). Un ejemplo de lo anterior es el género *Pinus*, que de acuerdo con Ortíz *et al* (2008) existen 110 especies de este género en el mundo; Price *et al* (1998) citado por Sánchez (2008) dice que son 111 y que en México se encuentran 46 o 47 especies lo que representa más del 42% de las especies del mundo. Además es centro de diversidad (Gordon, 2006) de este tipo de bosques, es de los más ricos en especies de pinos y representa un recurso valioso debido a su alto valor ecológico (Cantú y González, 2002) y a los servicios ambientales que provee. Este tipo de vegetación abarca diferentes medios ecológicos de la república mexicana y su distribución altitudinal va de los 500 hasta los 4000 metros (Mirov, 1967) citado por Rodríguez *et al* (2010).

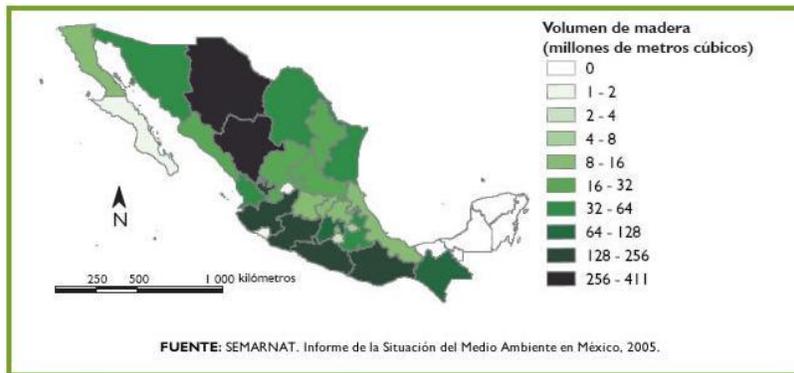


Figura 1. Existencias de madera en bosques templados y fríos en México

En México los estados que cuentan con mayor cantidad de bosques son, Chihuahua, Durango, Oaxaca, Jalisco, Michoacán y Guerrero, con un volumen de madera para el año 2005 como se expresa en la figura 1. Los estados de Durango, Chihuahua y Michoacán son los más importantes en producción maderable, particularmente con especies como pino, con 5.5 millones de m³, en el año 2003. Nuestro país es de los más pobres en este recurso en relación a los países que integran la organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE) así como de los países de América latina. Figura 2. (SEMARNAT, 2005).

Además de la poca productividad que representa este recurso en relación a otros países, se tiene también el deterioro ambiental debido a múltiples factores como la tala ilegal (SEMARNAP, 1998), cambios en el uso del suelo, fundamentalmente a causa de actividades agropecuarias (SEMARNAP, 1999), incendios forestales, construcción de caminos (INE, 1993) y ganadería (Cayueta, 2006).

Las plagas y enfermedades son otro factor de presión que producen daños considerables en este tipo de vegetación (SARH, 1994).

Particularmente los insectos que desde el punto de vista ecológico desempeñan una fuerte influencia al permitir el reciclaje de nutrientes, la sucesión ecológica, el tamaño, así como la distribución y abundancia de los bosques (Fettig *et al.*, 2007). Pero desde el punto de vista antropocéntrico géneros

como *Dendroctonus* e *Ips* se encuentran entre las plagas más importantes de los bosques de coníferas.

Las especies del género *Ips* comúnmente son consideradas como descortezadoras secundarias (Kolb *et al.*, 2006; Savoie *et al.*, 1998) porque solo pueden establecerse en árboles debilitados, derribados (Klepzig *et al.*, 1991; Kohnle *et al.*, 1988) o bien después del ataque de diferentes especies del género *Dendroctonus* (Coulson y Witter, 1990) citado por Fonseca *et al* (2009). Pero existe evidencia de que en las últimas décadas algunas especies del género *Ips* se comportan como especies primarias, debido principalmente a que con el aumento de sus poblaciones en los árboles dañados, se genera competencia por espacios entre ellas lo que les obliga a colonizar árboles sanos adyacentes (Fonseca *et al*, 2008). Al respecto Kolb *et al* (2006) dice que *I. pini* puede afectar árboles vivos y causar daños extensivos; Billings *et al* (1996) y Atkinson *et al* (1986) mencionan que el género puede afectar árboles individuales, grupos de individuos y a veces manchones de grandes extensiones (Parker, 1979); *Ips confusus* puede afectar de forma seria poblaciones de *Pinus cembroides* (Flores, UAAAN) y *P. pinceana* en el estado de Sonora (Villa, 2009); además hay especies como *I. pini* que se encuentra estrechamente asociada con la enfermedad del cáncer resinoso en poblaciones naturales de *Pinus radiata*, una de las especies

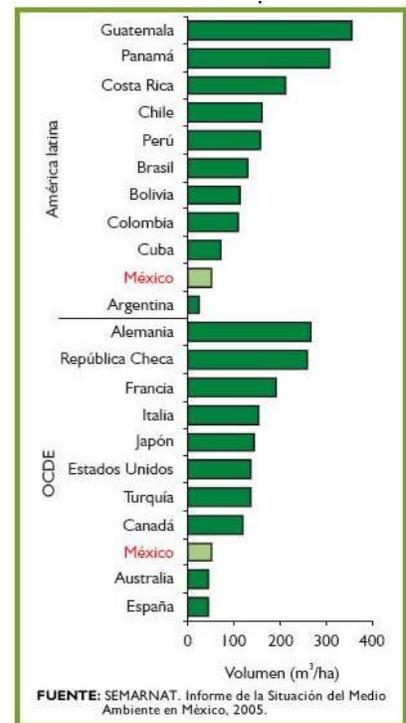


Figura 2. Situación maderable en México en relación a otros países

maderables más importantes del mundo (Hodge y Dvorak, 2000). Finalmente las especies *I. plastographus*, *I. calligraphus*, *I. lecontei*, *I. pini*, *I. confusus*, e *I. grandicollis* se encuentran en la lista de especies cuarentenarias para la unión europea, debido a que sus ataques generan anualmente la muerte de miles de árboles (Díaz *et al.*, 2006).

Lo anterior refleja claramente la importancia económica que reviste este género a nivel mundial. Con base en lo anterior y en que al parecer las presiones ambientales sobre los bosques no disminuirán en los próximos años, y aun cuando el género *Ips* es bien conocido en el ámbito forestal, es que se justifica integrar y actualizar la información de este género, ya que esta se encuentra dispersa. Además aunque hay una cantidad importante de literatura al respecto, no existe un documento cuya síntesis refleje, para este grupo en México, la gran cantidad de información que se ha generado a lo largo de muchos años por investigadores extranjeros y nacionales. Y finalmente porque se espera que el resultado sea una herramienta que pueda utilizarse con diversos propósitos.

Por lo que se plantean los siguientes objetivos:

1.1. Objetivo general:

- Proporcionar una visión general y actual del género *Ips* en México

1.2. Objetivos particulares:

- Actualizar la clave dicotómica para separar especies del grupo.
- Aportar imágenes que ilustren los caracteres morfológicos más distintivos de cada especie.
- Actualizar el conocimiento acerca de la distribución de cada una de las especies en México.
- Complementar el rango de hospederos para cada una de las especies del género.
- Generar una base de datos que integre información básica del género *Ips*.

2. Revisión de Literatura.

2.1 Origen de la Subfamilia Scolytinae.

De acuerdo con (Wood, 1982) citado por ²López *et al* (2007) evidencias fósiles además de datos biogeográficos parecen situar su origen en el cretácico temprano y el triásico tardío (208 m. a.) en asociación con una conífera del género *Araucaria* (Reid, 2004) citado por ²López *et al* (2007).

2.2 Situación taxonómica de la subfamilia Scolytinae.

Tradicionalmente la familia Scolytidae Latreille, 1807 se encontraba dentro de la superfamilia Curculionoidea y se dividía en dos subfamilias Hylesininae y Scolytinae, con 25 tribus, 182 géneros y alrededor de 6000 especies de acuerdo con Wood (1978) citado por (Arrieta y Atkinson, 1992). De las cuales se encontraban en México 655 especies y 74 géneros. Pero de acuerdo con Wood y Bright (1992) citado por Riba (1996) el número de especies es de 5812 y el de géneros de 225, distribuidos en 25 tribus y las dos subfamilias se mantienen. Booth *et al* (1990) citado por Soto *et al* (2002) menciona 180 géneros y el mismo número de especies. Finalmente Equihua y Burgos (2002) mencionan 526 especies de escolitinos descritas para México. Actualmente las cifras anteriores han sido rebasadas y se especula que hay entre 800 y 1000 especies. En Europa central se han citado unas 100 especies (Riba, 1996) de las cuales 81 están citadas sobre coníferas (Dajoz, 2001).

La clasificación superior del grupo ha sufrido continuamente y al parecer seguirá teniendo cambios pero en general es la siguiente: se encuentra dentro del Orden coleóptera, Suborden polyphaga, Infraorden Cucujiformia, Super familia Curculionoidea, Familia Curculionidae y subfamilia Scolytinae; dentro de la cual se encuentra la tribu ipini que además del género *Ips* incluye a *Orthotomicus* y *Pityogenes* (Lawrence y Newton, 1995).

2.3 Hábitos.

Este grupo de insectos se alimenta de los diferentes tejidos de plantas y árboles (Xilema, floema y médula de ramas) por lo que se les conoce como como escarabajos descortezadores o barrenadores (Atkinson *et al.*, 1986) o bien, descortezadores o ambrosiales (Borrór, 1989) y de acuerdo con la parte que consumen pueden ser: Floóofagas por alimentarse en el floema de los productos ricos en almidón y otras sustancias derivadas de la fotosíntesis, esta es la forma de alimentación más primitiva dentro de escolitinos asociados a coníferas; Xilomicetófagos debido a que invaden el xilema donde cultivan esporas y micelios que transportan en invaginaciones del tegumento llamadas micangios. Al parecer en algunas especies las paredes de los micangios están provistas de células glandulares que secretan sustancias alimenticias para los hongos, generando un medio de cultivo idóneo y por tanto el alimento del escolitino. Además hay otras modalidades como la herbifagia, basada en el consumo de vegetales no leñosos (*Thamnurgus* sp. -*Hedera* sp. Araliaceae), la espermfagia o consumo de semillas (*Coccotrypes* sp. Curculionidae-*Annona* spp. Bromeliaceae) y la mielofagia o ingestión de médula de tallos (*Tomicus-Pinus* sp.). Son escarabajos endofíticos por vivir la mayor parte de su ciclo biológico dentro de los tejidos de la planta, y en el hospedador muestran preferencia por ciertas partes del árbol, por ejemplo *Hylastes* suele establecerse en raíces gruesas y base de troncos, mientras *Ips* elige diferentes alturas de su hospedero pero no las raíces (²López *et al.*, 2007).

2.4 Morfología.

2.4.1 Huevo.

En broca de café son de forma ovalada, de color blanquecino y con una longitud promedio de .6 mm, y a medida que se acerca la eclosión se pueden notar dos puntos rojizos que son los ojos (Fernández y Cordero, 2007)

2.4.2 Larva.

Son de cuerpo semicilíndrico (Espinoza y Arguedas, 2005) curvadas ventralmente (escarabeiforme), sin patas; cabeza café y presentan mandíbulas fuertes como en *Hylurgonotus antipodus*, *Xylechinosomus bicolor* y *Sinophloeus destructor* (Manual de plagas, 2008). Generalmente son de color blanco cremoso como en broca de café (*Hypothenemus hampei*), con la cabeza más oscura (Fernández y Cordero, 2007) pero en *Scolytodes alni*, son de color rosado y miden 2 mm de longitud (Espinoza y Arguedas, 2005). El número de instares larvales es variable, así en *Hypothenemus hampei* se presentan solo dos (Fernández y Cordero, 2007) mientras que en *Ips* son tres instares.

2.4.3 Pupa.

En broca de café son de color blanco y se tornan marrones a medida que forman los apéndices externos, su tamaño va de 1.2 a 1.8 mm, siendo la hembra la más grande (Fernández y Cordero, 2007).

2.4.4 Adulto.

Son insectos de talla pequeña que van de 1.08 mm en el macho la broca de café *Hypothenemus hampei* (Fernández y Cordero, 2007) de 2.9 mm en el caso de la hembra de *Scolytodes alni* (Espinoza y Arguedas, 2005) y algunas especies de *Dendroctonus* miden 9.5 mm pero en general no son mayores de 10 mm. El cuerpo es recto, cilíndrico o ligeramente oval y el rostro muy corto y vertical (Manual de plagas, 2008). Las partes bucales no se desarrollan en pico, los ojos son ovales (Borrer, 1989; Soto *et al.*, 2002) y las antenas son cortas, con los últimos artejos antenales fusionados formando una maza aplanada (López *et al.*, 2007; Manual de plagas, 2008). Los élitros son enteros, lisos o con cerdas (Piña y Muñiz, 1981). Presentan patas con 5 segmentos tarsales, siendo el cuarto muy corto (Borrer, 1989; Soto *et al.*, 2002) y el abdomen tiene 5 esternitos visibles (Piña y Muñiz, 1981).

2.5 Ciclo biológico.

Está muy influenciado por las condiciones ambientales, por lo que es muy variable, al igual que el número de generaciones al año, además de que las especies pueden ser uni, bi o polivoltinas, y pueden ser polígamas o monógamas, pero en general el ciclo consta básicamente de dos fases, la aérea y la subcortical (Soto *et al.*, 2002); en la primera el adulto emerge, se dispersa y busca un nuevo hospedero; la segunda transcurre debajo de la corteza del hospedero, donde se da la reproducción y desarrollo (²López *et al.*, 2007; Soto *et al.*, 2002).

En especies polígamas de *Ips* y *Pityogenes*, generalmente el macho llega primero al huésped y el macho tapa la entrada con la parte posterior del cuerpo; al llegar la hembra esta comenzará a empujar y estridular, hasta que la deje entrar, mientras que en especies monógamas de *Tomicus* y *Scolytus*, es la hembra la primera en llegar y es la que elabora el agujero de entrada. En ambos casos la aceptación de la pareja está fuertemente relacionada con estímulos químicos y sonido, ya que la mayor parte de los escolitinos son capaces de estridular al frotar el *pars stridens* y *plectrum*, y generalmente lo hace el sexo opuesto al pionero en la colonización.

Las galerías constan de orificio de entrada, que es donde se dará el apareamiento; galerías maternas, que es iniciada por la hembra para depositar el o los huevos; y las galerías larvales o de cría, que son la continuación de donde oviposita la madre, y donde se desarrollara la larva, que es apoda y que puede presentar de 3 a 5 estadios larvales.

Después del apareamiento se da la oviposición en número variable, dependiendo de las especies, los cuales son depositados a ambos lados de la galería principal en orificios hechos por la hembra, las cuales junto con las demás galerías son limpiadas constantemente por ambos padres (²López *et al.*, 2007).

2.6 Hospederos de Scolytinae.

Se trata de un grupo de coleópteros estrechamente ligado a las masas forestales, pues representan la primera etapa en el reciclaje de la madera muerta o bien pueden encontrarse sobre árboles en estado de deficiencia fisiológica debida a la sequía, daños de lepidópteros defoliadores o por incendios. Sin embargo, algunas especies de escolitinos son muy destructivas, pues atacan árboles sanos y están consideradas como una gran amenaza para los bosques de coníferas (Ayres & Lombardero, 2000) citado por ¹López *et al* (2007).

En cuanto a las especies de escolitinos asociados a plantas leñosas el 80% de ellas se desarrolla en angiospermas (Reid, 2004), citado por ²López *et al* (2007). Constituyendo el único grupo de insectos en que los adultos están asociados con las larvas barrenando tejidos vivos, principalmente de especies forestales en todo el mundo y ocasionando grandes pérdidas económicas (Arrieta y Atkinson, 1992; Reid, 2004). En particular diferentes especies de los géneros *Dendroctonus*, *Ips*, *Scolytus*, *Phloeosinus* y *Pseudohylesinus* son capaces de matar árboles vivos de pino, cedros y oyameles. Además la familia también incluye plagas de árboles frutales y ornamentales (Atkinson *et al.*, 1986; Arrieta y Atkinson, 1992).

2.7 Scolytinae en lo forestal.

De acuerdo con Borror (1989) los tres géneros de escolitinos de mayor importancia económica son *Dendroctonus*, *Scolytus* e *Ips*; Billings *et al* (1996) citado por Domínguez *et al* (2008) y Díaz *et al* (2006) coinciden al mencionar que los descortezadores de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* son las principales plagas de bosques de coníferas.

Este grupo posee numerosos registros sobre vegetación natural, como es el caso de *Alnus acuminata* Kunth (Betulaceae) especie nativa de América central, de amplio cultivo en Costa Rica, cuyas poblaciones son atacadas por el descortezador *Scolytodes alni* (Espinoza y Arguedas, 2005); en frutales de importancia económica como el "camu camu" *Myrciaria dubia* (Myrtaceae) arbusto que crece en forma natural en las riberas de los lagos de la cuenca amazónica, en Iquitos (Perú), donde plantíos de esta especie son atacados por *Xylosandrus compactus* Eichhoff provocando pérdidas importantes (Tanchiva, 1993); *Hypotenemus hampei* principal plaga en todos los países productores de café (Fernández y Cordero, 2007); en especies de importancia maderable como *Cedrela odorata* que es afectada por *Xyleborus ferrugineus*, *Xyleborus affinis* y *X. volvulus*; en especies ornamentales como *Tabebuia rosea* atacada por *Hypothenemus* sp.; *Xyleborus ferrugineus* (F.) y *Platypus* sp. dañando madera almacenada de *Pachira quinata* (Bombacaceae) (Pulgarín, 2009).

En México las infestaciones por descortezadores en bosques de pino, tienen registros cuando menos desde 1910 a partir de los estudios de Alfonso Herrera, pero no es sino hasta 1969 cuando como respuesta a los daños causados por el género *Dendroctonus* en poblaciones de pino, es que se inicia el estudio y combate formal de las plagas (Islas, 1980). El género *Dendroctonus* se

distribuye desde Arizona hasta México; en este último puede parasitar numerosos hospederos, como en el caso de *D. mexicanus* (descortezador menor) que parasita a *P. leiophylla*, *P. oocarpa* y *P. ayacahuite* así como a otras especies de pino que se distribuyen debajo de los 2600 m; en el caso de *D. frontalis* (descortezador suriano) puede atacar y dañar a *P. pringley*, *P. oocarpa*, *P. leiophylla* y *P. lawsoni*, mientras que *D. adjunctus* (descortezador de las alturas) tiene como hospederos a pinos distribuidos entre los 1700 y 2500m entre los cuales están *P. hartweggi*, *P. rudis*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. lawsoni* (Islas, 1980); otras especies del género distribuidas en México son *D. brevicormis*, *D. vitei*, *D. approximatus*, *D. ponderosa*, *D. jeffreyi*, *D. parallelocolis*, *D. valens*, *D. rhizophagus* y *D. pseudotsugae*, siendo en total 12 especies presentes en México (Zúñiga *et al.*, 1999). El daño que causan la mayoría de las especies de este género se debe principalmente a que las hembras transmiten al hongo *Ophiostoma* en los tejidos del hospedero (Pérez *et al* 2009) y una vez ahí las hifas tienen la capacidad de matar a las células del cambium que rodean la galería, impidiendo con ello el flujo de resina y causando la rápida deshidratación del xilema, así como el bloqueo del agua en la traqueidas (Piña y Múñiz, 1981; Nuñez, 2001) citados por López y Toledo (2005), de tal manera que mas que el insecto es en realidad el hongo el responsable de la muerte del árbol.

Por otro lado, las especies del género *Ips* también pueden transportar hongos (Cibrián *et al.*, 1995) como en el caso de *Ips pini*, que transmite a sus hospederos al hongo *Ceratocystis* causando el manchado de la madera; en el caso de *Ips* lo que provoca la muerte del hospedero es el ataque en masa, así que para poder atacar árboles vivos estos deben encontrarse muy estresados y con defensas insuficientes para detener el ataque, o bien deben establecerse después del ataque inicial de *Dendroctonus*. En general el ataque de las diferentes especies de *Ips* puede darse en el tronco principal, ramas o copa de los árboles, pero no suelen tener el hábito de atacar a nivel de raíces como en el caso de *D. frontalis* y *D. valens*. Además durante los últimos años se ha observado un incremento en la incidencia de estos y otros insectos en bosques de pino, desde el sur de México hasta Nicaragua (Macías e Hilje, 2001) pero la mayoría de los estudios dentro de la subfamilia Scolytinae han sido dirigidos al género *Dendroctonus* debido a los daños y pérdidas que genera (Pérez *et al.*, 2009).

3. El género *Ips*.

El género fue descrito por DeGeer (1775) a partir de ejemplares de *Tomicus typographus* (Wood, 1982). Hopping (1963) menciona 32 especies para Norteamérica; Cognato y Sperling (2000) en su estudio filogenético del grupo trabajan con 39 de 43 especies de este género y en un trabajo similar Cognato y Vogler (2001) incluyen 44 especies de las cuales de acuerdo con Wood y Bright (1992) 16 se encuentran en Norteamérica. Para nuestro país Wood (1982) menciona 11 especies de *Ips* para México y aporta una clave para separar las especies de norte y Centroamérica; Cibrían *et al* (1995) retomando la información de Wood (1982) elabora una clave sintetizada para especies mexicanas; Equihua y Burgos, 2002 registraron 16 especies en México, de las cuales *Ips mexicanus*, *I. concinnus* e *I. latidens* fueron reubicadas a partir de estudios moleculares de Cognato (2000) y Cognato y Vogler (2001) las dos primeras en el géneros *Pseudips* y la ultima en el género *Orthotomicus*. Además Cognato y Vogler (2001) Propusieron cuatro subgéneros (*Emarips*, *Bonips*, *Ips* y *Granips*) para ubicar a las especies del género *Ips*.

3.1 Distribución.

Es similar a la de los bosques de coníferas y en América va del sur de los estados unidos hasta el norte de Nicaragua, en el sur de Europa y Asia y en la porción norte de África, India y Australia (Wood, 1982).

3.2 Morfología.

3.2.1 Huevo.

Los huevos de *Ips lecontei* son blanco brillantes (Ostmark, 1966) ovales y perlados (Livingston, 1979) de .5 mm de ancho o menos y una longitud de 1mm (Ostmark, 1966; McMillin y DeGomez, 2008) similares en tamaño a una cabeza de alfiler (Livingston, 1979).

3.2.2 Larva.

Es blanca, escarabeiforme (forma de c) (Ostmark, 1966) y sin patas. La larva madura mide alrededor de 6 mm (McMillin y DeGomez, 2008) con la cabeza ligeramente esclerotizada y en algunas especies se presenta un par de tubérculos en la frente. El cuerpo es ligeramente curvado y los segmentos abdominales presentan dos o tres dobleces dorsales (¹EPPO).

3.2.3 Pupa.

La pupa es exarata (¹EPPO) blanca de 5 (McMillin y DeGomez, 2008) a 6 mm de largo (Ostmark, 1966) y en ella se observan antenas y alas que van oscureciéndose conforme madura (McMillin y DeGomez, 2008), y a veces con tubérculos torácicos prominentes (¹EPPO).

3.2.4 Adulto.

La forma general es más larga que ancha y su coloración va del amarillo hasta el negro (Wood y Stark, 1968) y su talla va de los 2.1 a los 6.5 mm; tamaño alcanzado por *I. calligraphus* (Kamal y Miller, 2009). Cabeza. Presentan frente con o sin un tubérculo medio, parcialmente cubierta por el pronoto en vista dorsal y más estrecha que este. Pronoto casi igual de largo y ancho, ligera o fuertemente inclinado anteriormente y áspero. Hipognato. Ojos finamente facetados, menos anchos que la longitud del escapo y más pequeños que dos veces la longitud del escapo y aplanados. Las antenas son de cinco segmentos, la cluba o masa antenal es de circular a suboval y fuertemente aplanada con dos suturas en la cara anterior bisinuadas o fuertemente anguladas. Escutelo largo y aplanado. Élitros estriados, enteros alcanzando el pigidio, con el margen basal recto, y terminando en un declive cóncavamente excavado. Al final del cuerpo presenta 3-6 pares de espinas dependiendo de la especie (Kamal y Miller, 2009). Tarsos de 5 segmentos (¹EPPO).

3.3 Hábitos.

Todas las especies americanas atacan coníferas del género *Pinus* y *Picea*, son polígamas (Wood y Stark, 1968; McMillin y DeGomez, 2008) y el número de hembras por cada macho varía entre especies; Tkacz *et al* (1998) dice que son 3 para *I. bonanseai*; 1-5 para *I. lecontei*, siendo 3 lo

más común (McMillin y DeGomez, 2008). Son floeofagos (Wood y Stark, 1968; Cane *et al.*, 1990), y en el hospedero atacan preferentemente en raspaduras, fisuras y partes bajas del tronco. Ryall *et al* (2006) menciona que los hospederos mas susceptibles son aquellos que tienen muy dañados los tejidos de conducción, o bien pinos con tronco de alrededor de 10 centímetros diámetro (Steed y Wagner, 2004). También eventos atmosféricos como sequias, heladas y tormentas (Steed y Wagner, 2004), así como incendios, favorecen el ataque de este género en sus hospederos y además permiten el aumento en sus poblaciones, ya que después de un incendio suelen atacar las partes quemadas del tronco, a diferencia de *Dendroctonus* que prefiere las partes no quemadas para establecerse (Fonseca *et al.*, 2008). Respecto de este último género Mitchell (1994) menciona que suele atacar masas de árboles cuya densidad es de 750 a 1500 árboles por hectárea y que en densidades menores a 750 árboles por hectárea es menos probable su presencia, debido a que esos árboles son más vigorosos, y por lo tanto más resistentes a su ataque, y Kolb *et al* (2006) menciona que los ataques de *I. pini* solo se dan en circunstancias similares. También tienden a reproducirse masivamente atacando árboles jóvenes y sanos (Bendicho y Vilarinho, 2002; McMillin y DeGomez, 2008) cuya evidencia de daño es la salida de aserrín de color pardo rojizo (McMillin y DeGomez, 2008) y una vez dentro de la corteza las galerías que hacen pueden tener forma de "I" (PMFI, 2008), "Y" invertida (Livingston, 1979) o "H" (Billings *et al.*, 1999) y solo son visibles si se retira la corteza (Wood y Stark, 1968). Finalmente como descortezadores secundarios también pueden desarrollar su ciclo en trozos tronco de pino, donde e contenido de humedad así como el grosor del floema son determinantes en el eficiente desarrollo de la progenie (Villa y Wagner, 1996).

3.4 Ciclo biológico.

Este se inicia con la búsqueda y encuentro de un hospedero por parte del macho, que al menos en el caso de *I. pini* no va más allá de 800 m (Livingston, 1979) pero independientemente de la especie, una vez que lo encuentra hace un orificio de entrada

redondeado y de dos a tres mm de diámetro (McMillin y DeGomez, 2008) y por dentro le da una forma triangular, ya

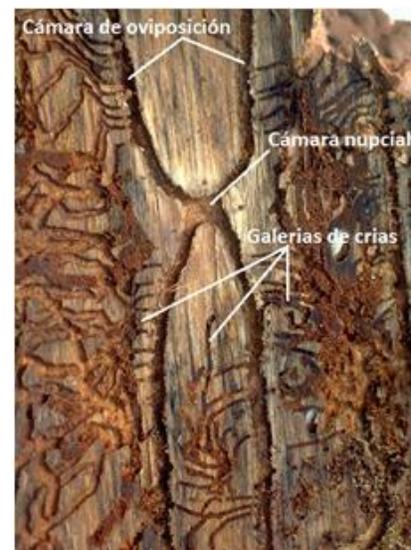


Figura 3. Forma de la galería de *I. calligraphus*

que esta será la cámara nupcial (Miller, 1979) lo que le lleva hasta 4 días en *I. lecontei* (Ostmark, 1966) entonces comienza a producir feromonas que son liberadas en las heces para atraer hembras; aunque tales sustancias también atraen machos (Tkacz *et al.*, 1998). Una vez que llegan las hembras se establece una comunicación intensa basada en sonido y tacto, pues la hembra estridula y al mismo tiempo empuja (Bendicho y Vilarinho, 2002; Gouger *et al.*, 1975; Garraway, 1986) al macho hasta que este le permita entrar. En *Ips calligraphus* la estridulación dura alrededor de 2 minutos (Garraway, 1986).

Un macho puede aceptar de una a tres hembras, aunque lo más común son tres, como en el caso de *Ips latidens* e *Ips lecontei* (Miller, 1979) y aunque en *Ips calligraphus* e *ips grandicollis* lo más común son también tres hembras, eventualmente pueden llegar a encontrarse hasta seis por galería (Garraway, 1986).

Una vez que la hembra consigue entrar comienza a hacer galerías de oviposición rectas o irregulares (Wood y Stark, 1968) en el cambium (Wood y Stark, 1968) y de longitud variable, ya que en *Ips calligraphus* e *I. grandicollis* son de 2.64mm de ancho y 60 cm de longitud (Garraway, 1986); en *I. lecontei* son de 6.3 -6.5 mm (Ostmark, 1966); mientras en *Ips pini*, miden alrededor de 18 cm largo (Kegley *et al.*, 1997). En el proceso el macho ayuda a sacar el material, aunque Miller (1979) dice que solo las hembras hacen la galería, como en el caso de *I. avulsus* masticando y exprimiendo el floema (Gouger *et al.*, 1975), y empujando el aserrín y las heces fecales hacia atrás con élitros y patas llevándolo hasta la cámara nupcial, donde el macho se encarga de sacarlo; o bien como en *I. avulsus* las heces gelatinosas que la hembra deposita en la cámara nupcial son frecuentemente comidas por el macho, se adhieren al cuerpo del mismo, o bien los saca y luego bloquea la entrada con la parte posterior del cuerpo.

Una vez que se ha concluido la galería ocurre el apareamiento en la cámara nupcial, que en *I. avulsus* dura alrededor de 35 segundos, apareándose al menos tres veces y en intervalos de 10 minutos, y concluye cuando la hembra decide poner material detrás de ella, cerrando el túnel (Gouger *et al.*, 1975). Entonces la hembra comienza a depositar huevos en nichos o muescas individuales (Ostmark, 1966; Wood y Stark, 1968; Tkacz *et al.*, 1998) de forma alterna a la galería principal (Garraway, 1986) y contiguos como en el caso de *I. calligraphus* (²EPPO). El número de huevos varía entre especies, así en *Ips calligraphus* en *P. caribaea* son alrededor de 20 huevos por galería con un máximo de 127 y en *I. grandicollis* son 16 por galería con un máximo de 109 (Garraway, 1986). En *I. latidens* la hembra oviposita 2 huevos por día y cada

una puede poner hasta 64 (Miller, 1979); mientras en *I. pini* la hembra puede depositar de 30- 60 huevos (Kegley *et al.*, 1997), finalmente los recubre con trozos de floema que acomoda con sus mandíbulas. (Gouger *et al.*, 1975).

La eclosión se da en pocos días, en el caso de *I. bonansea* es de 7-10 (Tkacz *et al.*, 1998), tiempo similar en *I. lecontei* en donde los huevos eclosionan en una semana (McMillin y DeGomez, 2008) y de 4 a 14 días en *I. pini* (Livingston, 1979). Surge entonces el estado de larva, que mide alrededor de 6mm de largo en *I. lecontei* (Ostmark, 1966) y cuya duración es muy variable incluso dentro de la misma especie, ya que en el caso de *I. pini* esta puede alimentarse por 10-20 días (Livingston, 1979) o según Kegley *et al* (1997) de 2-4 semanas en el caso de *Ips lecontei*. Esta fase se alimenta exclusivamente de floema (Garraway, 1986; Cane *et al.*, 1990; Miller *et al.*, 1991). El número de estadios larvales generalmente es de tres (Garraway, 1986; Tkacz *et al.*, 1998; McMillin y DeGomez, 2008; Miller, 1979) pero Wood y Stark (1968) mencionan que *Ips calligraphus* presenta 4 instares larvales. Durante todo este proceso las galerías son mantenidas limpias del aserrín por ambos padres (Ostmark, 1966).

El siguiente estado, que es el de pupa se desarrolla en una celda oval (Livingston, 1979; Garraway, 1986) que la larva excava en el floema antes de pasar a dicha fase, cuya duración también varía entre especies, pero existen registros para *I. calligraphus* donde ese estado dura 3-30 días (²EPPO); *Ips bonansea* alcanza el estado adulto en dos semanas (Tkacz *et al.*, 1998); en *Ips lecontei* dura una semana (McMillin y DeGomez, 2008); en *Ips pini* tarda diez (Livingston, 1979) o 12 días (Kegley *et al.*, 1997); y 4 días en *I. lecontei* (Ostmark, 1966).

Finalmente emerge el adulto que generalmente es de tonalidad café claro al inicio (McMillin y DeGomez, 2008) permanece corto tiempo alimentándose debajo de la corteza cerca de la cámara pupal (Ostmark, 1966) y una vez que se pigmenta y esclerotiza sale de la galería siendo capaz de volar y dispersarse inmediatamente (Garraway, 1986) comenzando una vez más el ciclo, que puede repetirse varias veces a lo largo del año y que también variará entre especies, llegando a alcanzar hasta 6-8 generaciones al año en *I. bonansea* (Tkacz *et al.*, 1998), pero dentro de la misma especie puede haber variación en su duración, debido a que el desarrollo general está fuertemente influenciado por las condiciones ambientales, particularmente por la temperatura. De acuerdo con (Livingston, 1979) larvas y pupas de *I. pini* pueden hibernar; mientras que en *I. plastographus* solo hibernan adultos jóvenes (¹EPPO), mientras que los adultos jóvenes que

alcanzan a emerger en el otoño hibernan en grietas y corteza de árboles vivos o debajo de la corteza de tocones viejos (Furniss y Carolin, 1977).

3.5 Hospederos del género *Ips*.

Básicamente utilizan hospederos del género *Pinus*, pues está bien documentada la relación del género *Ips* con este tipo de árboles (Miller *et al.*, 1991; Tkacz *et al.*, 1998) como lo demuestran las colectas de barrenadores de pinos hecha por Gaylord *et al* (2006) aunque también hay algunas especies que atacan a *Picea* u otros géneros.

3.6 El género *Ips* en relación a la problemática forestal en México.

En México los estudios encaminados al diagnóstico y control de *Ips* son raros, uno de ellos hace referencia a diferentes brotes de al menos 4 especies de *Ips* en 2004, en plantaciones de *P. douglasiana* en el estado de Jalisco, México Steed y Willhite (2007); un par de trabajos más fuera de México, como un estudio para el diagnóstico y control de algunas especies de *Ips* (López *et al*, 2009) y un estudio de incidencia diferencial de especies de *Ips* en poblaciones de dos especies de pino (López *et al* 2010), ambas realizadas en Cuba, y el de Villa y Wagner (1996) quienes desarrollaron un estudio relativo a la cantidad de luz y posición de trozas de *Pinus ponderosa* y sus efectos en la reproducción de *Ips pini* en Arizona. De tal forma que la mayoría de la información que se ha obtenido para este género, generalmente ha sido derivada de estudios enfocados en *Dendroctonus*, que en México es considerado como uno de los insectos más destructivos, y asociadas a sus poblaciones suelen estar varias especies de *Ips* causando daños, pero para muchos autores, solo de forma secundaria (Sánchez y Torres, 2006). Por otro lado el género está claramente involucrado en el manchado de la madera y la transmisión de patógenos (Fonseca *et al.*, 2009); tal es el caso de *Pseudips (Ips) mexicanus* que transmite al hongo causante del cáncer resinoso de pinos (Fox *et al.*, 1991; Fox *et al.*, 1990) *Fusarium circinatum* = *F. subglutinans* (Schweikofler *et al.*, 2004) estado conidial asexual de *Gibberella fujikuroi* (Harrington y Wingfield, 1998; Hodge y Dvorak, 2000; Tkacz *et al.*, 1998 y Kerényi *et al.*, 1999) en poblaciones de *P. radiata* (pino de monterrey) una de las especies maderables más importantes del mundo, presente en el Norte de México (Sánchez, 2008). Este hongo causa la muerte de ramas, vástagos (Harrington y Wingfield, 1998) tronco, tejidos de conducción, raíces,

conos y semillas (Guerra, 1997) citado por Hodge y Dvorak (2000) y está ampliamente distribuido en México pues se ha identificado en 19 especies de pinos en 14 estados (Hodge y Dvorak, 2000).

En México existe la NOM-019-SEMARNAT-2006 que es donde se establecen los lineamientos técnicos para el combate y control de descortezadores, considerados como las plagas más importantes por los daños que causan. Entre los géneros mencionados en la norma se encuentran *Dendroctonus* e *Ips*; de este último anotan 12 especies para México pero solo se considera como plaga a *I. bonanseai*, *I. calligraphus*, *I. lecontei*, *I. mexicanus*, *I. pini* e *I. confusus*, y de ellas se anota a sus hospederos, así como los sitios de ataque en el árbol.

Actualmente su control se basa en el monitoreo con feromonas de agregación como ipsenol, ipsdienol (Miller *et al.*, 2005; Miller *et al.*, 1997) y cis-verbenol (Jakuš, 2002; Cane *et al.*, 1990; Francke *et al.*, 1986 y Miller *et al.*, 1991) secretadas por el hospedero que atraen, además de especímenes del género *Ips*, a sus enemigos naturales de los géneros *Enoclerus*, *Thanasimus* (Billings y Cameron, 1984; Miller *et al.*, 1991), *Temnochila* (Cane *et al.*, 1990) *Elacatis*, *Platysoma* y *Tenebroides* sp., siendo por ello una de las herramientas más prometedoras en el control de poblaciones del género en cuestión.

4. Materiales y métodos.

En los meses de septiembre a noviembre de 2009 y los mismos meses de 2010 se recolectaron especímenes del género *Ips* en poblaciones de pinos afectadas de los estados de Morelos, Veracruz, Estado de México e Hidalgo. Los especímenes se recolectaron de debajo de la corteza de troncos y ramas de pinos, que mostraran los característicos orificios con aserrín fresco, o bien en árboles recién derribados que presentaran la misma característica. La separación de la corteza de ramas y troncos se hizo con la ayuda de un hacha (fig. 4). Los especímenes se depositaron en frascos etiquetados y con alcohol al 70%, para su



Figura 4. Búsqueda de especímenes

posterior estudio en laboratorio. También se revisaron especímenes de las colecciones entomológicas de la Universidad del estado de Morelos, Universidad Autónoma Chapingo, y del Colegio de Postgraduados. Para las especies *I. plastographus*, *I. hoppingi* e *I. apache* se pidió material al departamento de Entomología del estado de Michigan, Estados Unidos en donde se encuentran materiales tipo de esas especies. En la determinación del material se utilizó un microscopio estereoscópico Carl Zeiss y los documentos de Wood (1982), Lanier (1970) y Lanier (1987).

Para la separación de genitales y antenas se siguió el siguiente procedimiento: Se introdujo un espécimen macho y uno hembra de la misma especie en un tubo Eppendorf con KOH 10 %, se hirvió por 30 minutos a 80°C a baño maría en un Termoblock Labnet, transcurrido ese tiempo se enjuagaron dos veces las estructuras dentro del mismo tubo con agua acidulada (agua+ ácido acético), posteriormente se sacaron y se colocaron en una caja de Petri con alcohol 70% para separar las antenas del macho y la genitalia de ambos sexos, con ayuda de un par de pinzas de disección número 5. Se extrajo el exceso de alcohol con ayuda de una jeringa de 1 ml y sin dejar secar las estructuras, se agregó alcohol 100% y se dejaron en él por 15 minutos; se dieron dos enjuagues más a las estructuras con alcohol 100% con el mismo intervalo de tiempo y haciendo recambio de alcohol entre cada uno.

Inmediatamente después de la última extracción de alcohol 100% y sin dejar secar se agregó Xilol a las estructuras y se dejaron ahí por 10 minutos. Transcurrido ese tiempo se extrajeron las estructuras con las pinzas entomológicas y se pasaron a un portaobjetos limpio y con una gota minúscula de bálsamo de Canadá y un cubreobjetos se selló la preparación y se etiquetó con los datos de la especie correspondiente, anotando además la fecha de elaboración de la preparación. Estas preparaciones fueron fotografiadas en un fotomicroscopio III Carl Zeiss con cámara PaxCam 3. En cuanto a la morfología externa se usó un Fotomicroscopio Tessovar Carl Zeiss con cámara Pax Cam 3 integrada, para fotografiar externamente al macho de cada especie en posición dorsal, ventral, caudolateral, frontal y frontoventral.

Las imágenes obtenidas se editaron con el programa Gimp 2 y Serene stacker. En todos los casos se anotó la escala en que fue tomada cada una de las fotos y con las imágenes obtenidas se elaboraron las láminas ilustrativas de las características externas e internas distintivas de cada especie. El material estudiado se encuentra depositado en la Colección de insectos del Colegio de Postgraduados.

La información de cada espécimen fue integrada en una base de datos, en formato Access 2007, que además fue complementada con información de literatura para el género, incluyendo datos como el nombre del descriptor de la especie, el año en que se hizo tal descripción, los estados donde se distribuye así como las localidades. También se incluyó información obtenida de la revisión de las colecciones entomológicas de la Universidad del estado de Morelos, Universidad Autónoma Chapingo, y del colegio de postgraduados.

Tal información quedo distribuida en 22 campos y con ella se integraron los cuadros de distribución y hospederos, así como los mapas de distribución para cada una de las especies, los cuales se elaboraron con el programa ArcView GIS 3.2.

5. Resultados y discusión.

Considerando las especies que cambiaron de género (*I. mexicanus*, *I. concinnus* e *I. latidens*), las que se erigieron como especies nuevas (*I. apache* e *I. hoppingi*), así como la nueva distribución de *I. plastographus*, entonces el número de especies de *Ips* para nuestro país es de 12; una especie más de las 11 que menciona Wood (1982) para México, y el mismo número que se anota en la NOM-019-SEMARNAT-1999, pero en ella *P. mexicanus* aún aparece dentro de *Ips*, y *O. latidens* que no aparece en ese documento, seguramente debe continuar dentro de *Ips*, de tal manera que en la norma se tiene que actualizar esta información.

Por otro lado se integró una base de datos a partir de la recopilación de información de cada uno de los especímenes, se conformó de 873 registros, de los cuales 434 corresponden a materiales depositados en colecciones entomológicas; 197 a la colección entomológica de Chapingo, 58 a la colección entomológica de la Universidad de Morelos y 179 a la colección del Colegio de Postgraduados. De ellos se revisaron 676 especímenes.

Cabe aclarar que la colección entomológica de la Universidad de Morelos cuenta con 6 especies de este género: *P. mexicanus*, *I. integer*, *I. calligraphus*, *I. lecontei*, *I. bonanseai* e *I. grandicollis*. Mientras que las colecciones entomológicas del Colegio de Postgraduados y Chapingo, cuentan con diez de las once especies que se encuentran distribuidas en el país: *I. bonanseai*, *I. calligraphus*, *I. confusus*, *I. emarginatus*, *I. grandicollis*, *I. integer*, *I. latidens*, *I. lecontei*, *P. mexicanus* e *I. pini*; siendo las mismas especies en ambas colecciones.

De los 439 registros restantes, 346 corresponden a información obtenida de literatura y no se especifica la cantidad de repeticiones, porque en tales documentos muchas veces no se anota el número de especímenes revisados, y los otros 93 registros pertenecen a material recolectado en campo, pero considerando el número de repeticiones por registro, estos suman 231, que sumados a los 676 de colecciones dan un total de 907 especímenes revisados.

A partir de la observación de dichos especímenes, así como de la revisión de literatura pertinente se presenta una propuesta de clave dicotómica para las especies de este género en México.

5.1 Clave del género *Ips* para especies mexicanas.
(Modificada de Wood, 1982)

- 1. Especímenes con tres pares de espinas en el declive elitral 2
- 1'. Especímenes con un número mayor de espinas en el declive elitral 5
- 2. Talla mayor de 5 mm de longitud, espina 3 a veces bifurcada, tubérculo frontal y epistomal presentes..... *I. emarginatus*
- 2'. Talla menor de 5 mm, espina tres del declive elitral diferente..... 3
- 3. Suturas del mazo antenal casi rectas, tercera espina cilíndrica, no capitada y con una longitud de 2.3 a 3.6 mm *Orthotomicus (Ips) latidens*
- 3' Suturas del mazo antenal con otra disposición y tercera espina del declive elitral con aspecto diferente..... 4
- 4. Suturas del mazo antenal fuertemente arqueadas, tercera espina estrecha y capitada, de 3.6 a 5 mm *Pseudips (Ips) mexicanus*
- 4' Suturas del mazo antenal fuertemente arqueadas, espina 3 subcapitada con una constricción antes del ápice, puntuaciones del tercio posterior del pronoto finas y puntuaciones de las estrías e interestrías casi iguales, talla de 3.5-4.6 mm.....*Pseudips (Ips) concinnus*
- 5. Declive elitral con cuatro pares de espinas..... 6
- 5'. Declive elitral con un número mayor de espinas..... 9
- 6. Tubérculo medio frontal unido al tubérculo epistomal por una carina, suturas del mazo antenal fuertemente anguladas en la parte media, espina 3 capitada, de 4.6 a 5.7 mm..... *I. integer*
- 6'. Tubérculo medio frontal sin una carina y separado del tubérculo epistomal..... 7
- 7. Talla de 5.2 mm, tubérculo frontal medio no muy grande y separado del tubérculo epistomal, tercera espina capitada y suturas del mazo antenal fuertemente arqueadas *I. plastographus*
- 7'. Talla menor de 5.2 mm en longitud..... 8

8. Especímenes de 2.9 a 3.4 mm, espina 3 cilíndrica, tubérculo frontal conectado por una carina al tubérculo epistomal, puntuación posterior a la cima del pronoto de igual tamaño a la de áreas posterolaterales del mismo *I. bonanseai*
- 8'. Especímenes de 3.3 a 4.3 mm, espina 3 capitada, con un tubérculo frontal y sin tubérculo central en el epistoma, puntuaciones posteriores a la cima del pronoto más pequeñas en relación con las posterolaterales del mismo *I. pini*
9. Especímenes con cinco pares de espinas en el declive elitral 10
- 9'. Especímenes con seis pares de espinas en el declive elitral 15
10. Presentes en pinos piñoneros, hembra con estriaciones amplias en el *Pars stridens* el macho con un pequeño tubérculo en la porción media de la frente, edeago asimétrico, con la porción posterior derecha más corta que la porción izquierda y los apodemas igual o más cortos que el lóbulo medio..... *I. confusus*
- 10'. Presentes en pinos piñoneros o en otras especies de pino 11
11. Tubérculo frontal pequeño en los machos, hembra con estriaciones estrechas en el *Pars stridens*, edeago simétrico distalmente y con los apodemas ligeramente más largos que el lóbulo medio..... *I. hoppingi*
- 11' Tubérculo frontal grande, especímenes con tubérculo frontal presente..... 12
12. Con un tubérculo grande en la porción media de la frente, sin tubérculo epistomal y con las espinas declivales 2 y 3 separadas, especímenes de 2.9 a 4.7 mm..... *I. grandicollis*
- 12'. Con tubérculo frontal grande, pero las espinas 2 y 3 con condición diferente 13
13. Espinas declivales 2 y 3 unidas en la parte basal, especímenes de 2.9 a 3.6 m... *I. cribricollis*
- 13'. Espinas declivales en condición diferente, especímenes más grandes 14
14. Epistoma con una línea de tubérculos y en los machos con un proceso epistomal bífido en el centro, sin tubérculo frontal mediano, talla de 4 a 4.7 mm, espina 3 del declive elitral pequeña y con gancho..... *I. lecontei*

14' Epistoma no bífido y con tubérculo frontal presente..... 15

15. Tubérculo frontal separado del margen epistomal por una distancia menor a dos veces el grosor del tubérculo frontal, puntuaciones de las interestrías aproximadamente de la mitad del diámetro de las puntuaciones de las estrías elitrales, y presentes sólo en la mitad distal de los interespacios 2 y 3, talla de 3.8 a 5.9 mm..... *I. calligraphus*

15' Tubérculo frontal separado del margen epistomal por más de dos veces el grosor del tubérculo frontal, puntuaciones de las interestrías elitrales un cuarto del diámetro más pequeñas que las estrías elitrales y presentes casi a todo lo largo de las interestrías 2 y 3, talla máxima de 4.7 mm *I. apache*

Tras analizar el documento de Wood (1982) se observó que existía una incongruencia que había permanecido sin corregir en el grupo y que tenía que ver con la presencia del tubérculo medio frontal de *I. pini*, pues en la clave que aporta este autor, se anotaba que esta especie no tenía tubérculo medio frontal. Pero en la descripción de la especie se anota que si se presentaba ese tubérculo, alejado del epistoma y casi alcanzando el margen superior de los ojos. De tal forma que después de observar la frente de diferentes especímenes de esta especie, se confirmó que en efecto si se presenta dicho tubérculo (Lámina XII, Fig. D) por lo que esa condición es la que se anota en la clave que aquí se propone, y por tanto esa característica será diferente a la que aparece en la clave de Wood (1982).

También debe señalarse que la delimitación de las especies dentro del grupo, siempre ha sido problemática, pues han existido constantes reacomodos de las especies que lo componen, precisamente porque todas las propuestas, incluyendo las de corte filogenético se han basado en la suma de caracteres morfológicos, como en el caso de *Ips cribricollis* que fue sinonimizado con *I. grandicollis* por Wood, 1977 y mantenido así en la monografía de Wood, 1982, hasta que Lanier (1987) separó como distintas a estas dos especies, apoyándose básicamente en la forma del edeago, así como en algunas características de los cromosomas de ambas especies; Lanier (1970) que separó a *I. hoppingi* de *I. confusus*; Lanier *et al* (1991) separó a *I. apache* de las 3 subespecies con que contaba *I. calligraphus* en base a diferencias del cariotipo y del *pars stridens* de las hembras. Recientemente para suplir la falta de características que separen tajantemente a las distintas especies, se ha recurrido a estudios moleculares dentro del grupo, como el de Cognato (2000) que después de haber realizado un trabajo tan minucioso basado en

16 características morfológicas, de comportamiento y moleculares, termina anotando como características distintivas del nuevo género *Pseudips*, exactamente las mismas que se menciona en el documento de Wood (1982) para *I. concinnus* e *I. mexicanus*; a saber, suturas de la masa antenal fuertemente curvadas, con la primera sutura alcanzando la mitad de la cluba o masa antenal, tercera espina subcapitada, entre otras. Incluso el mismo Cognato pide al lector que se remita al documento de Hopping (1963a) y (1963b) para cotejar tales características. De tal forma que aun cuando el trabajo de Cognato y Vogler (2001) es molecular, terminan tomando como carácter fuerte las características morfológicas que ya se conocían para erigir el nuevo género.

De tal forma que si el trabajo de Cognato (2000) y Cognato y Vogler (2001) más allá del argumento molecular y filogenético, termina por utilizar como características de identidad del género *Pseudips* los que ya se mencionaron, entonces en mi opinión tampoco está resolviendo el problema de fondo, solo está aprovechando la falta de caracteres útiles dentro del grupo para poder erigir un nuevo género, cuyas características distintivas son las mismas que se anotan en el documento de Wood, 1982. Además, desde el punto de vista práctico, la herramienta taxonómica clásica, es decir, una clave dicotómica, debiera permitir a las personas que están en estrecho contacto con el recurso y su problemática, tomar una decisión respecto de la identidad del espécimen con el que están trabajando. O bien tomar la alternativa de supeditar tal decisión al resultado de un estudio filogenético, que finalmente reflejará, según se ha expuesto, características morfológicas similares. Por ello lo más apropiado sería reforzar los estudios morfológicos, que generen una herramienta práctica, confiable y de primera mano para la identificación de especies en campo.

Respecto a la clave, se puede hacer la afirmación de que, independientemente de la especie que se trate, en los machos de especies mexicanas la espina más grande siempre es la número tres, de tal forma que para el correcto conteo de las espinas declivales, se puede continuar con la numeración a partir de esta, y de forma creciente hacia abajo. Aunque lo anterior pareciera muy elemental, representa una herramienta fundamental en la separación de especies del grupo, ya que existen especímenes que presentan una espina muy pequeña antes de la primera, lo que puede generar confusión. La clave que aquí se propone toma en cuenta esta primera característica morfológica, es decir el número de espinas declivales de cada especie y a partir de

ahí se separan por otras características, como la forma del edeago, que es diferente en cada una de las especies, con lo que se puede asegurar una buena identificación. Es de destacarse que no se tomó en cuenta la espermateca en ninguno de los casos, ya que su forma es muy uniforme y no presenta rasgos morfológicos que permitan distinguir diferencias evidentes, quizás con la única salvedad del tamaño, en donde sí se presenta cierta variación, pero se incluyen en las láminas de cada una de las especies, en el anexo de este trabajo. También se incluyen en la clave las especies que fueron reacomodadas por Cognato (2000) bajo la consideración de que, aun cuando ya no se encuentran incluidas en el género *Ips*, es común encontrarlas conviviendo con especies del mismo, y de que, con excepción de las suturas de las masas o clubas antenales, otras características como el comportamiento, los hábitos, el número de instares larvales, entre otras, son muy semejantes por no decir iguales a las del género *Ips*, además como son dos géneros con muy pocas especies, mientras no se agreguen más, la clave que aquí se propone también es útil para separar a dichas especies.

5.2 Estructuras distintivas de las especies.

Las características que deben tomarse en cuenta para reconocer a las diferentes especies del género son, el número de espinas presentes en el declive elitral; sobre todo la situación de la tercera espina en relación a la segunda y su forma, la presencia y situación de los tubérculos frontal y epistomal, así como la forma de las suturas antenales. Otras características también son útiles, pero de ellas una herramienta que es fundamental para poder llevar a cabo una separación adecuada de especies, es la morfología de los edeagos; en el documento de Correa *et al* (1992) se presenta una descripción detallada para 9 de las diez especies ahí anotadas; en ese trabajo se menciona pero no se incluye a *Orthotomicus (Ips) latidens* y no se incluye a *Pseudips (Ips) concinnus*, *I. plastographus*, *I. hoppingi*, *I. cribricollis* e *I. apache*, por lo que a continuación se anotan brevemente las diferencias en la estructura del edeago de las especies mencionadas, ya que hasta ahora no existe un documento donde se de la descripción de dicha estructura, y además tal información sirve como complemento del estudio de Correa *et al* (1992).

El edeago de *Orthotomicus (Ips) latidens* (Lámina VI, Fig. F) es de tipo anillado, el cuerpo del pene no sobrepasa en longitud al apodema del tegmen y es robusto. De la base posterior del

cuerpo sale una varilla esclerosada y curvada, el endofalo alcanza la mitad de la longitud de los apodemas del pene que se curvan hacia la parte ventral y la longitud promedio de toda la estructura es de alrededor de 700 μm . En el caso de *I. plastographus* (Lámina IX, Fig. F) se presentan dos áreas laterales membranosas en el cuerpo del pene, el cual tampoco sobrepasa en longitud al apodema del tegmen, el cuerpo del pene es robusto y más ancho en la parte frontal, también se presenta una varilla curva que parte de la porción distal del pene y llega al tegmen. Los apodemas del pene son del doble de la longitud del endofalo. La longitud aproximada del edeago es de 790 μm . En *I. hoppingi* los apodemas del pene son apenas más largos que el cuerpo del mismo (Lámina XIII, Fig. F) y aunque es parecido al edeago de *I. confusus* difiere de éste porque su porción distal es simétrica, mientras en *I. confusus* tal región es asimétrica (Lámina XII, Fig. F). La longitud de toda la estructura es de alrededor de 680 μm . En cuanto a *I. cribricollis* (Lámina XV, Fig. F), en el cuerpo del pene se presenta un esclerosamiento dorsal que da origen a dos bandas largas que se cruzan dos veces, los apodemas del pene son más delgados que en *I. grandicollis* y son casi de la longitud del cuerpo del pene, la longitud total es de 600 μm . Finalmente, en el caso de *I. apache* (Lámina XVIII, Fig. F) el cuerpo del pene es asimétrico en su porción posterior, siendo más corto el lado derecho, los apodemas del pene son fuertemente curvados, planos y delgados en su porción distal, su longitud es ligeramente más corta que la del cuerpo del pene y presenta una longitud de aproximadamente 710 μm .

Para este género hasta ahora no existían más que esquemas o fotos aisladas para ciertas estructuras de algunas especies, de igual forma en el caso de los edeaos no habían fotos que incluyeran a todas las especies de *Ips* mexicanas, por lo que las láminas ilustrativas que se presentan en este trabajo muestran las características morfológicas externas e internas, más distintivas de cada especie, y es un aporte que se espera pueda servir en la separación de especies del grupo; estas láminas forman parte del anexo de este documento.

5.3 Biología.

En cuanto a los aspectos biológicos de las diferentes especies que integran el género se recuperó la información necesaria de la base de datos, con la cual se elaboró un cuadro comparativo en el que se muestran e integran las diferencias que han sido observadas por diferentes especialistas del grupo. También es de resaltar que la información que aquí se anota es en su mayoría,

derivada de información generada para especies con distribución en E. U., por lo que habría que generar esta información para las especies distribuidas en México, pues al tener condiciones climáticas diferentes a las de los E. U. se esperaría difiera en algunos de sus aspectos. En cuanto a los datos referentes al número de generaciones por año que se anotan en el cuadro, corresponden al mayor número posible y a temperaturas cálidas (Garraway, 1986).

Cuadro 1. Diferencias en algunos aspectos biológicos de las especies de <i>Ips</i>.			
Especie	No. de ♀ por macho	No. de huevos por ♀ por nicho	Generaciones por año
<i>P. (Ips) mexicanus</i>	3	3-4	3-7
<i>I. bonanseai</i>	Polígamo	-	6-8 cohabita con <i>I. integer</i> (Bendicho y Vilarinho, 2002)
<i>I. pini</i>	3 Puede cohabitar con <i>I. lecontei</i>	1	4 al año. Es común encontrarlo con <i>D. ponderosae</i> (Bendicho y Vilarinho, 2002)
<i>I. integer</i>	3	-	4
<i>I. lecontei</i>	Polígamo	-	Varias por año 3 (Otsmark, 1966) 3-4 según (Chansler, 1964 y Chansler, 1966)
<i>I. confusus</i>	-	-	3-4 (Chansler, 1966)
<i>I. cribricollis</i>	2-4	-	Varias por año
<i>I. grandicollis</i>	-	-	3 generaciones en Australia y cohabita con <i>I. calligraphus</i> (Bendicho y Vilarinho, 2002)
<i>I. calligraphus</i>	2-4	-	Hasta 4 por año (² EPPO) y cohabita con <i>I. grandicollis</i> (Bendicho y Vilarinho, 2002)
<i>I. apache</i>	*2-4	-	-
<i>I. plastographus</i>	-	-	5 por año (¹ EPPO)
<i>O. (Ips) latidens</i>	1-3 por galería	2-4 por galería	Dos generaciones al año (Miller, 1979)
<i>I. emarginatus</i>	-	-	-
<i>I. hoppingi</i>	-	-	-
<i>P. (Ips) concinnus</i>	**3-5	3-6 por galería	-

En *I. apache** el número de hembras debe ser similar al de *I. calligraphus*, ya que la primera especie originalmente era una subespecie de la segunda y fue elevada a especie por Lanier *et al* (1991) por lo que sus hábitos se comparten fuertemente y por ello se anota la misma información. En *P. (Ips) concinnus*** aunque Wood (1982) no anota cuantas hembras acepta el macho, si menciona que hay de 3 a 5 túneles de oviposición, por lo que puede deducirse que cada uno de ellos corresponde a una hembra. También puede notarse que hace falta información del número de generaciones por año para cuatro especies, así como el número de huevos depositados

por la hembra en los nichos en la mayoría de las especies, lo que obliga a desarrollar en el futuro estudios de estos y otros aspectos, debido a que esa información es fundamental para el diseño de estrategias de control.

Otro aspecto importante a considerar dentro del género es la forma característica de las galerías hechas por machos y hembras; como puede apreciarse en las figuras 5-11 las galerías que se presentan en las diferentes especies tienen la constante de presentar mayoritariamente forma de “Y” invertida. En la imagen que corresponde a la galería de *I. calligraphus* a pesar de que también presenta forma de “Y”, se alcanza a apreciar que en la porción inferior derecha se ha comenzado una galería de oviposición y comienza a tomar forma de una “X”, que es la otra forma de galería que se conoce para el género y en particular de esta especie (Cibrián *et al.*, 1995; Livingston, 1979 y Billings *et al.*, 1999). Es de resaltar que no existe un trabajo específico que trate de la forma de las galerías de las especies de *Ips* mexicanas, ya que en la obra de Cibrián *et al* (1995) solo se anota la forma para *I. bonansea*, *I. pini*, *I. lecontei* e *I. calligraphus*. Por lo que con tal información es difícil afirmar, cual es la forma predominante de las galerías de este género en el país, principalmente porque las condiciones ambientales del territorio, así como la composición de los hospederos es muy diferente a las que se presentan en los E. U.

Figuras 5-11 Muestran la forma que presentan las galerías en algunas de las especies de este género.



Figura 5. Galería de *I. bonansea*



Figura 6. Galería de *I. pini*



Figura 7. Galería de *I. integer*



Figura 8. Galería de *I. lecontei*



Figura 9. Galería de *I. grandicollis*



Figura 10. Galería de *I. calligraphus*



Figura 11. Galería de *I. apache*

5.4 Hospederos del género *Ips*.

Existen entre 46 y 47 especies de pinos en México, pero como puede observarse en el siguiente cuadro no todos ellos son hospederos de alguna especie de *Ips*, lo cual es relevante ya que ello

podría sugerir que dichas poblaciones cuentan con condiciones fisiológicas y ambientales, que les permiten tener una mayor resistencia a los ataques de estos descortezadores, que las distribuciones de ellas no concuerdan con las de las especies más dañinas del género *Ips*, o bien debido a que no existen estudios suficientes en esas especies de pino.

Cuadro 2. El género *Ips* y su relación con algunas de las 46 especies de Pino (Sánchez, 2008) presentes en México.

Pino hospedero	<i>I. emarginatus</i>	<i>O. latidens</i>	<i>P. mexicanus</i>	<i>P. concinnus</i>	<i>I. integer</i>	<i>I. plastographus</i>	<i>I. bonanseai</i>	<i>I. pini</i>	<i>I. confusus</i>	<i>I. hoppingi</i>	<i>I. grandicollis</i>	<i>I. cribricollis</i>	<i>I. lecontei</i>	<i>i. calligraphus</i>	<i>I. apache</i>
<i>P. arizonica</i>			✓		✓	✓	✓	✓			✓		✓		
<i>P. attenuata</i>			✓												
<i>P. ayacahuite</i>			✓			✓	✓						✓		
<i>P. caribaea</i>												✓		✓	✓
<i>P. cembroides</i>						✓	✓		✓	✓					
<i>P. contorta</i>		✓	✓				✓	✓							
<i>P. coulteri</i>															
<i>P. culminicola</i>															
<i>P. devoniana</i>															
<i>P. discolor</i>															
<i>P. douglasiana</i>															
<i>P. duranguensis</i>			✓		✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓		
<i>P. edulis</i>									✓						
<i>P. engelmannii</i>			✓		✓	✓	✓	✓					✓		✓
<i>P. flexilis</i>			✓				✓								
<i>P. greggii</i>															✓
<i>P. hartwegii</i>			✓		✓		✓								
<i>P. herrerae</i>															
<i>P. jaliscana</i>															
<i>P. jeffreyi</i>	✓		✓		✓		✓	✓							
<i>P. johannis</i>															
<i>P. lambertiana</i>			✓												
<i>P. lawsonii</i>												✓			
<i>P. leiophylla</i>			✓		✓	✓	✓				✓		✓		✓
<i>P. lumholtzii</i>															
<i>P. maximartinezii</i>															
<i>P. maximinoi</i>					✓									✓	
<i>P. monophylla</i>									✓						

<i>P. montezumae</i>			✓		✓		✓				✓	✓	✓	✓	
<i>P. muricata</i>			✓												
<i>P. nelsonii</i>															
<i>P. oocarpa</i> †			✓				✓					✓	✓	✓	✓
<i>P. patula</i>			✓		✓		✓				✓				
<i>P. pinceana</i>								✓							
<i>P. ponderosa</i>			✓				✓	✓				✓			✓
<i>P. praetermissa</i>															
<i>P. pringlei</i>														✓	
<i>P. pseudostrobus</i>			✓		✓		✓				✓	✓	✓	✓	
<i>P. quadrifolia</i>							✓	✓							
<i>P. radiata</i>			✓		✓										
<i>P. remota</i>															
<i>P. rzedowskii</i>															
<i>P. strobiformis</i>															
<i>P. strobus</i>															
<i>P. tecunumanii</i>															✓
<i>P. teocote</i>					✓						✓	✓	✓		✓

Los símbolos que se anotan en rojo corresponden a registros que no aparecen en los trabajos de Wood (1982) y Cibrián *et al* (1995). † Cuenta con una subespecie que podría erigirse como nueva (Sánchez, 2008).

De las especies que aparecen en el cuadro anterior *I. plastographus* tiene otros registros en E. U. sobre *P. ponderosa* (subespecie *maritimus*), *P. contorta*, *P. muricata* y *P. radiata* (¹EPPO). En *Orthotomicus latidens* los registros mas numerosos en pino corresponden a especies con distribución en E. U. como *P. albicaulis*, *P. edulis*, *P. flexilis*, *P. jeffreyi*, *P. lambertiana*, *P. monticola*, *P. ponderosa* y *P. strobus* (Wood y Bright, 1992); de la misma forma *I. emarginatus* también cuenta con otros registros de hospederos en E. U. estos son *P. monticola*, *P. ponderosa* (Wood y Bright, 1992) y *Picea sitchensis* (Wood, 1982). Finalmente *I. pini* e *I. grandicollis* de acuerdo con Hopping (1964) citado por Kamal y Seybold (2002) en E. U. además de *Pinus*, tienen también como hospedero a *Picea* y *Larix* (Pinaceae).

En cuanto a los hospederos diferentes autores mencionan a *P. cooperi* como hospedero para diferentes especies de *Ips*, pero de acuerdo con Sánchez (2008) *P. cooperi* en realidad es una

variedad de *P. arizonica*; en la misma obra (Sánchez, 2008) *P. albicaulis*, *P. rudis*, *P. estevezii*, *P. elliotii*, *P. tenuifolia* y *P. chihuahuana* no aparecen como especies validas en México, lo cual es relevante porque la validez o no de las mismas modificaría el número de hospederos para el género *Ips*, sobre todo porque esa situación se repite en varias especies.

Destaca el hecho de que *P. duranguensis* sea la hospedera de más especies, con siete de *Ips* y una de *Pseudips*, mientras *P. arizonica*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus* son hospederas de una especie de *Pseudips* y seis de *Ips* cada una, y hay casos como *Orthotomicus latidens*, *I. emarginatus* e *I. hoppingi* que solo cuentan con un hospedero; por su parte (Tkacz *et al.*, 1998) menciona que *I. pini* solo contaba en México con seis especies hospederas, pero en el cuadro II se observa que presenta siete hospederos.

Otro resultado sobresaliente es que 16 de las 46 especies de pino mexicanas, no son hospederas de *Ips* pues no se encontró ningún registro de *Ips* sobre ellas, y por último *P. concinnus* solo tiene registrado como hospedero a *Picea sitchensis* en E. U. (Wood, 1982) pero no cuenta con ningún otro registro de hospedero, a pesar de aparecer como distribuida en México en los documentos de Equihua y Burgos (2002) y Romero *et al* (1997).

Finalmente es de destacar que las especies que presentaron mayor número de hospederos fueron *Pseudips mexicanus* con 18 especies, seguida de *I. bonanseai* con 15 especies de *Pinus*.

5.5 Distribución.

Desde el punto de vista distribucional, se presenta abajo el cuadro 3. En él los estados que aparecen en negritas son aquellos que no coinciden con Equihua y Burgos (2002) lo cual es de resaltar, porque aun cuando es el documento más actual para este género en México, en varias especies se amplió la distribución a uno o más estados, como en el caso de *I. calligraphus*, *I. integer* e *I. lecontei* con tres o cuatro estados más, y sobresalió el caso de *I. cribricollis* cuya distribución se amplió a otros 6 estados. En el cuadro, igual que en todo el trabajo, se incluyó a *Pseudips (Ips) concinnus* porque aun cuando Wood (1982) menciona a esta especie con distribución únicamente en E. U., Romero *et al* (1997) y Equihua y Burgos (2002) dicen que si presenta distribución en México.

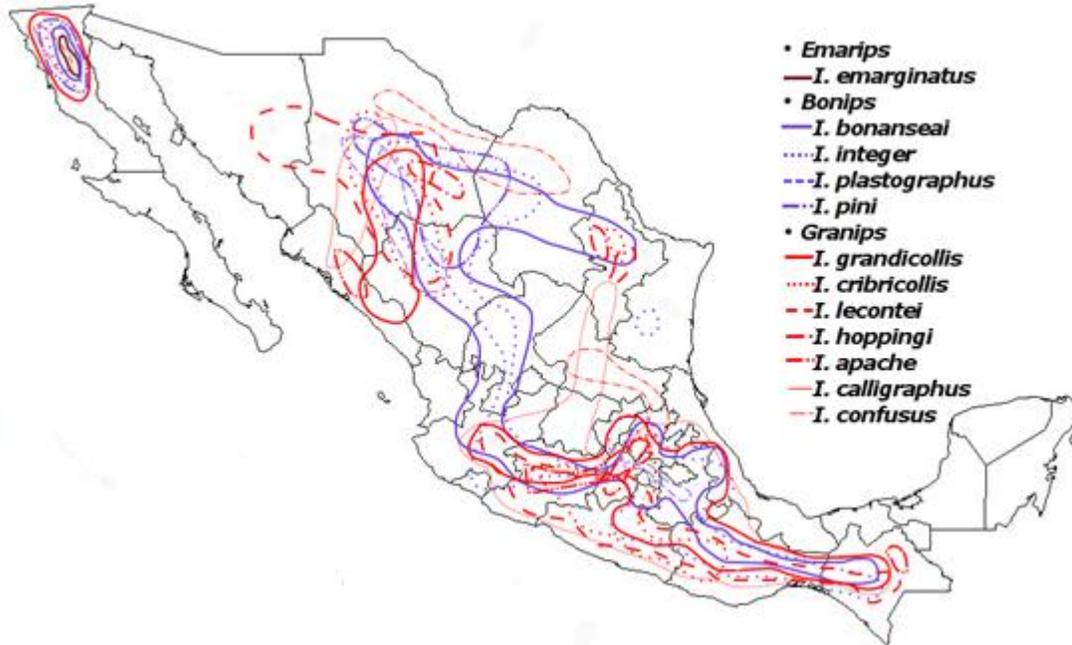
Cuadro 3. Distribución de las especies del género <i>Ips</i> en México.	
Especie	Distribución
1. <i>Ips apache</i>	Chiapas, Hidalgo, Estado de México, Michoacán, Nuevo León y Sinaloa.
2. <i>I. bonanseai</i>	Baja California N., Chiapas, Chihuahua, Coahuila , Distrito Federal, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.
3. <i>I. calligraphus</i>	Chiapas, Chihuahua , Estado de México, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León , Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí , Sinaloa, Tlaxcala y Veracruz,
4. <i>I. cribricollis</i>	Chihuahua, Distrito Federal , Durango, Estado de México, Hidalgo, Guerrero , Michoacán, Morelos , Nuevo León y Oaxaca .
5. <i>P. concinnus</i>	Estado de México.
6. <i>Ips confusus</i>	Baja California N., Chihuahua, Coahuila , Hidalgo y San Luis Potosí.
7. <i>Ips emarginatus</i>	Baja California N y Baja California S.

8. <i>Ips grandicollis</i>	Baja California N., Chiapas, Chihuahua, Colima, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guanajuato , Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Tlaxcala y Veracruz.
9. <i>Ips integer</i>	Chihuahua, Estado de México, Hidalgo y Nuevo León , Baja California N. , Chiapas, Chihuahua, Coahuila , Colima, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca , Puebla, Querétaro, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz y Zacatecas.
10. <i>Orthotomicus latidens</i>	Baja California N. y Chihuahua.
11. <i>Ips lecontei</i>	Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Estado de México , Guerrero, Jalisco, Michoacán , Morelos, Nuevo León , Oaxaca y Sonora.
12. <i>Pseudips mexicanus</i>	Baja California N., Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Hidalgo, Jalisco , Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca , Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala y Veracruz.
13. <i>Ips pini</i>	Baja California N., Chihuahua, Durango y Sonora.
14. <i>Ips plastographus</i>	1. Chihuahua , Durango, Estado de México y Puebla.

En el anexo se presentan las láminas que muestran la distribución para cada una de las especies del género *Ips* en México.

5.5. Dominancia de subgéneros de *Ips* en la República Mexicana.

Figura 12. Representatividad de Emarips, Bonips y Granips



En la figura 12 se anota la distribución de las diferentes especies de *Ips* en México, y el agrupamiento de ellas es de acuerdo a los grupos o subgéneros sugeridos por Cognato y Vogler (2001), puede observarse que las especies de los grupos Bonips y Granips predominan a lo largo de la República y su distribución es muy semejante. El subgénero o grupo *Emarips* es el de menor presencia pues solo una especie de ese grupo tiene distribución en Baja California Norte.

Las especies dominantes del grupo Bonips son *I. integer* e *I. bonanseai* cuyas distribuciones son continuas a lo largo de la República; en el caso del grupo Granips, *I. calligraphus* se encuentra bien representada en la República pero su distribución es discontinua, y las especies con dominancia mediana son *I. apache*, *I. hoppingi* e *I. confusus*, mientras la especie menos abundante en la República es *I. emarginatus*.

El subgénero o grupo *Ips* no está representado en el mapa debido a que las especies que quedaron incluidas en él no tienen distribución en el país, y los mapas que muestran la distribución de cada una de las especies se presentan en el anexo de este documento.

6. Conclusiones.

El género *Ips* se encuentra representado en México por 12 especies.

La clave para separar especies del género se modificó profundamente respecto de la propuesta por Wood (1982), como resultado del reacomodo de *Ips latidens*, *Ips mexicanus* e *I. concinnus*; la primera especie en el género *Orthotomicus* y las dos restantes en el nuevo género *Pseudips*, así como por la entrada de *Ips hoppingi*, *I. apache* e *I. plastographus* que presentan nueva distribución en México.

Los registros de distribución de varias especies en México se ampliaron, especialmente en el caso de *I. cribricollis* a 6 estados más. En cuanto a los registros de hospederos para este género también hubo cambios, llegando a 15 en el caso de *Ips bonanseai*.

Los ciclos de vida y su duración en cada una de las especies es muy variable, y se esperaría que en México tales tiempos sean más cortos debido a que el clima es más cálido que en la parte norte del continente.

Desde el punto de vista morfológico, las genitalias son una herramienta fundamental que permite separar con mayor precisión a las especies que cuentan con igual número de espinas declivales.

Por último debe señalarse, que existe poco material de este grupo dentro de las colecciones revisadas, y que en algunas de ellas existen especímenes mal determinados, por lo que se requiere revisar y reetiquetar nuevamente esos materiales, pues son referencia básica para cualquier persona interesada en el grupo.

7. Literatura citada.

Arrieta, M. A. R., y Atkinson, H. T. 1992. Anatomía externa de larvas de escarabajos descortezadores (Coleóptera: Scolytidae) y su utilidad en la taxonomía. Agrobiencia. Serie Protección vegetal. Vol. 3(3): 47-59

Atkinson, H. T., Saucedo, C. E., Martínez, F. E. y Burgos, S.A. 1986. Coleópteros Scolytidae y Platypodidae asociados con las comunidades vegetales de clima templado y frío en el estado de Morelos, México. Acta Zool. Mex. 17: 31-33

Billings, R. F. and R. S. Cameron. 1984. Kairomonal responses of Coleoptera *Monochamus titillator* (Cerambycidae), *Thanasimus dubius* (Cleridae) and *Temnochila virescens* (Trogositidae), to behavioural chemicals of southern pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). Environmental Entomology 13:1542-48.

Billings, R. F., J. E. Flores L. and R. S. Cameron. 1996. Los escarabajos descortezadores del pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Métodos de control directo. Servicio Forestal de Texas. Publicación 150. Lufkin, Texas. 19 p.

Billings, R. F., Pase, III A., and L. J. E. Flores. 1990. Los escarabajos descortezadores de pino, con énfasis en *Dendroctonus frontalis*: Guía de campo para la inspección terrestre. Servicio Forestal de Texas. Publicación 146.

En línea: <http://www.barkbeetles.org/spb/OED.html> Consultado el 26 de abril

Borror, J. D., A. C. Triplehorn and F. N. Johnson. 1989. An introduction to the study of insects. Sixth edition.

Bright, D. E. and R. E. Skidmore. 2002. A catalog of Scolytidae and platypodidae (Coleoptera), supplement 2 (1995-1999). NRC Reseach Press, Ottawa.

Burgos, S. A. y Equihua, M. A. 2007. Platypodidae y Scolytidae (Coleoptera) de Jalisco, México. *Dugesiana*. 14(2): 59-82.

Cane, H. J., L. D. Wood and W. J. Fox. 1990. Ancestral semiochemical attraction persists for adjoining populations of sibling *Ips* bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Chemical Ecology*. 16(4): 993-1013.

Cantú, S. I. y González, H. R. 2002. Propiedades hidrológicas del dosel de los bosques de pino-encino en el noroeste de México. *Ciencia. UANL*. Vol. V, No. 1: 72-77

Cayuela, D. L. 2006. Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los altos de Chiapas. Efectos sobre la diversidad de los árboles. *Ecosistemas*. 15(3): 192-198.

Chansler, F. J. 1964. Overwintering habits of *Ips lecontei* Sw. and *Ips confusus* (Lec.) in Arizona and New Mexico. *Forest service U.S. Research note*. 27: 1-4.

Chansler, F. J. 1966. Cold hardiness of two species of *Ips* beetles. *Journal of Forestry*. 622-624.

Cibrián T. D., J. Tulio M., R. Campos B., H. O. Yates III and J. Flores, L. 1995. Forest insects of México. Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, Estado de México. No. 6. pp. 278-314

Cognato, I. A. 2000. Phylogenetic analysis reveals new genus of ipini bark beetle (Scolytidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 93:362–366.

Cognato, I. A. and H. F. A. Sperling. 2000. Phylogeny of *Ips* DeGeer species (Coleoptera: Scolytidae) inferred from mitochondrial cytochrome oxidase I DNA sequence. *Molecular Phylogenetics and evolution*. 4(3): 445-460.

Cognato, I. A. and P. A. Vogler, 2001. Exploring data interaction and nucleotide alignment in a multiple gene analysis of *Ips* (Coleoptera: Scolytinae). *Syst. Biol.* 50(6): 758-780.

Díaz, N. V., Sánchez, M. G. y Gillette, E. N. 2006. Respuesta de *Dendroctonus mexicanus* (Hopkins) a dos isómeros ópticos de Verberona. *Agrociencia*. 40(3): 349-354.

Domínguez, S. B., Macías, S. E. J., Ramírez, M. N. y León, C. L. J. 2008. Respuesta kairomonal de coleópteros asociados a *Dendroctonus frontalis* y dos especies de *Ips* (Coleóptera: Curculionidae) en bosques de Chiapas, México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 79: 175-183

¹EPPO quarantine pest. Data Sheets on Quarantine Pests: *Ips plastographus*. Prepared by CABI and EPPO for the E. U.

En línea: http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Ips_plastographus/IPSXPL_ds.pdf
Consultado el 24 de Enero

²EPPO quarantine pest. Data Sheets on Quarantine Pests: *Ips calligraphus*. Prepared by CABI and EPPO for the E. U.

http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Ips_calligraphus/IPSXCA_ds.pdf

http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Ips_grandicollis/IPSXGR_ds.pdf

http://www.eppo.org/QUARANTINE/insects/Ips_pini/IPSXPI_ds.pdf

Consultado en agosto de 2011

Equihua, M. A. y Burgos, S. A. 2002. Scolytidae. Biodiversidad, Taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: Hacia una síntesis de su conocimiento. Vol. III. UNAM, México, D. F. 690 p.

Espinoza, D. y Arguedas, M. 2005. Evaluación de factores que favorecen el ataque de *Scolytes alni* (Curculionidae: Scolytinae) en plantaciones de jaúl (*Alnus acuminata* Kunt) en Costa Rica. *Kurú: Revista Forestal* 2(5). 11p.

Fernández, S. y Cordero, J. 2007. Biología de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) en condiciones de laboratorio. *Biopagro*. 19(1): 35-40.

Fettig, J. C., D. K. Klepzig, F. R. Billings, A. S. Munson, T. E. Nebeker, F. J. Negrón and T. J. Nowak. 2007. The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetle infestations in coniferous forests of the western and southern United States. *Forest Ecology and Management*. 238: 24-53.

Flores, F. J., Nájera, C. J. y Morales, Q. L. Principales plagas de los pinos piñoneros en el sur de Coahuila. En línea: <http://uaaan.mx/DirInv/Rdos2003/recforestales/plagapino.pdf>

Consultado en enero

Fonseca, G. J., De los Santos, P. H., Llanderal, C. C., Cibrián, T. D., Rodríguez, T. D. y Vargas, H. J. 2008. *Ips* e insectos barrenadores en árboles de *Pinus montezumae* dañados por incendios. *Madera y Bosques*, primavera. 14(1): 69-80.

Fonseca, G. J., Llanderal, C. C., Cibrián, T. D., Equihua, M. A. y De los Santos, P. H. 2009. Secuencia de arribo de coleópteros en árboles de *Pinus montezumae* Lamb. dañados por incendios. *Rev. Ciencia Forestal en México*. 34(106): 149-170.

Fox, W. J., L. D. Wood and S. C. Koehler. 1990. Distribution and abundance of engraver beetles (Scolytidae: *Ips* species) on monterrey pines infected with pitch canker. *Can. Ent.* 122: 1157-1166.

Fox, W. J., L. D. Wood and S. C. Koehler. 1991. Engraver beetles (Scolytidae: *Ips* species) as vectors of the pitch canker fungus, *Fusarium subglutinans*. *Can. Ent.* 123: 1355-1367.

Francke, W., M. L. Pan, J. Bartels, A. W. König, P. J. Vité, S. Krawielitzki and U. Kohnle. 1986. The odour bouquet of three pine engraver beetles (*Ips* spp.). *Journal of applied entomology*. 101(5): 453-461.

Furniss, R. L. and V. M. Carolin. 1977. Western forest insects. Department of Agriculture. Forest Service. Misc. Publ. 1339. pp. 383.

Garraway, E. 1986. The biology of *Ips calligraphus* and *Ips grandicollis* (Coleoptera: Scolytidae) in Jamaica. Can. Ent. 118: 113-121

Gaylord, M. L., T. E. Kolb, K. F. Wallin, and M. R. Wagner. 2006. Seasonality and lure preference of bark beetles (Curculionidae: Scolytinae) and associates in a Northern Arizona ponderosa pine forest. Environ. Entomol. 35(1): 37-47.

Gordon, T. R. 2006. Pitch canker disease of pines. Phytopathology. 96: 657-659.

Gouger, R. J., W. C. Yearian and R. C. Wilkinson. 1975. Feeding and reproductive behavior of *Ips avulsus*. The Florida Entomologist. 58(4): 221-229.

Harrington, C. T. and J. M. Wingfield. 1998. Ecology and biogeography of *Pinus*. Diseases and the ecology of indigenous and exotic pines. Cambridge University Press. pp. 3-33.

Hodge, G. R. and W. S. Dvorak. 2000. Differential responses of Central American and Mexican pine species and *Pinus radiata* to infection by the pitch canker fungus. New Forests. (19): 241-258.

Hopping, R. G. 1963. The natural groups of species in the genus *Ips* DeGeer (Coleoptera: Scolytidae) in North America. Can. Ent. 95(5): 508-516.

INE, 1993. SEDESOL. Informe de la Situación General en Materia del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, 1991-1992. pp. 93.

Islas, S. F. 1980. Observaciones sobre la biología y el combate de los escarabajos descortezadores de los pinos: *Dendroctonus adjunctus* BRF; *D. mexicanus* Hpk. y *D. frontalis* Zimm. en algunas regiones de la República Mexicana. FAO. Boletín técnico No. 66.

En línea: http://www.era-mx.org/Estudios_y_proyectos/Descortezador/Islas_Salas_1980.pdf

Jakuš, R. and M. Blaženec, 2002. Influence of proportion of (4S)-cis-verbenol in pheromone bait on *Ips typographus* (Col., Scolytidae) catch in pheromone trap barrier and in single traps. *Journal of applied entomology*. 126(6):306-311.

Thomas, J. B. 1966. Some Scolytidae from the Sierra Madre Occidental in Mexico. *Can. Ent.* 98: 871-875.

Kamal, J. K. G. and R. D. Miller. 2009. Southern pine engravers (*Ips*) beetles in your backyard. Entomology series. Warnell. School of forestry and natural resources. 2p.

Kerényi, Z., K. Zeller, L. Hornok, and F. J. Leslie. 1999. Molecular standardization of mating type terminology in the *Gibberella fujikuroi* Species complex. *Applied and environmental microbiology*. 65(9): 4071-4076.

Klepzig, K. D., F. K. Raffa, and E. B. Smalley, 1991. Association of insect-fungal complexes with Red Pine Decline in Wisconsin. *Forest Science*. 37: 1119–1139.

Kohnle, U., P. J. Vité, C. Erbacher, J. Bartels and W. Francke. 1988. Aggregation response of European engraver beetles of the genus *Ips* mediated by terpenoid pheromones. *Entomologia Experimentalis et applicata*. 49: 43-53.

Kolb, T.E., N. Guerard, R. W. Hofstetter and M. R. Wagner. 2008. Attack preference of *Ips pini* on *Pinus ponderosa* in northern Arizona: tree size and bole position. *Agricultural and forest Entomology*. 8:295-303.

Kegley, J. S., R. L. Livingston and E. K. Gibson. 1997. Pine engraver, *Ips pini* (Say), in the Western United States. *Forest insect and disease leaflet* 122.

Lanier, N. G. 1970. Biosystematics of North American *Ips* (Coleoptera: Scolytidae) Hopping's group IX. *Can. Ent.* 102: 1139-1163.

Lanier, G. N. 1987. The validity of *Ips cribricollis* (Eich.) (Coleoptera: Scolytidae) as distinct from *I. grandicollis* (Eich.) and the occurrence of both species in Central America. *Can. Ent.* 119: 179-187.

Lanier, N. G., A. S. Teale, and A. J. Pajares. 1991. Biosystematics of the genus *Ips* (Coleoptera: Scolytidae) in North America: Review of the *Ips calligraphus* group. *Can. Ent.* 123: 1103-1124.

Lawrence, J. F. and A. F. Jr. Newton. 1995. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, and references and data on family-group names) In: *Biology, Phylogeny, and Classification of Coleoptera. Papers Celebrating the 80th Birthday of Roy A. Crowson* (J. Pakaluk and S. A. Slipinski, editors). Muzeum i Instytut Zoologii PAN. pp. 779–1006.

Livingston, R. L. 1979. The pine engraver, *Ips pini* (Say), in Idaho life history, habits and management recommendations. *Forest insect and disease control. Report 79-3.* 7p.

López, C. R., Guerra, R. C., Góngora, R. F., Vázquez, M. L. y Triguero, I. N. Una actualización del manejo integrado de plagas en las plantaciones de pinos en Cuba. VI Simposio internacional sobre manejo sostenible de recursos forestales. En línea:

http://bva.fao.cu/pub_doc/FORESTALES/FAO/VI%20Simposio%20Internacional%20Sobre%20Manejo%20Sostenible%20de%20Recursos%20Forestales/UNA%20ACTUALIZACION%20DEL%20MANEJO%20INTEGRADO%20DE%20PLAGAS%20EN%20LAS.pdf

Consultado en febrero

López, C. R., Fernández, V. A. y Triguero, I. N. 2010. Determinación de la incidencia diferencial de los descortezadores del género *Ips* (Coleoptera: Scolytidae: Ipini) a *Pinus caribaea* Morelet y *Pinus tropicalis* Morelet en viñales. *Fitosanidad.* 14(2): 91-95.

López, C. R., Góngora, R. R., Guerra, R. F., Zayas, I. E., Fernández, V. A. y Triguero, I. N. 2009. *Ra Ximhai.* 5(3): 281-295.

²López, R. S., Romón, O. P., Iturrondobeitia, B. J. C. y Goldarazena, L.A. 2007. Los Escolítidos de las coníferas del país vasco. Guía práctica para su identificación y control. 189 p. En línea: <http://www.slideshare.net/gtfsaltominho/los-escoltidos-de-las-conferas-del-pas-vasco> Consultado en febrero

¹López, S., Iturrondobeitia, C. J. y Goldarazena, A. 2007. Primera cita de la península ibérica de *Gnathotrichus materiarius* (Fitch, 1858) y *Xylosandrus germanus* (Blandford, 1894) (Coleoptera:Scolytinae). Bol. Soc. Ent. Arag. 40: 527-532.

López, Z. L y Toledo, M. L. 2005. Dinámica poblacional de descortezadores de pino en dos municipios del departamento de Nueva Segovia. Managua, Nicaragua. Tesis. En línea: <http://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnh101864d.pdf> Consultado en abril

Macías, J. e Hilje, L. 2001. Plagas Forestales Neotropicales. Manejo integrado de plagas (Costa Rica). 60: 86-87.

Manual de Plagas y Enfermedades del Bosque Nativo en Chile. 2008. Insectos taladradores de corteza. Proyecto Cooperación técnica TCP/CHI/3102. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura, Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. En línea: <http://www.fao.org/docrep/011/i0217s/i0217s00.htm> Consultado en febrero

McMillin, D. J. and E. T. DeGomez. 2008. Arizona five spined *Ips*, *Ips lecontei* Swaine, in the Southwestern United States. Forest insect & Disease Leaflet 116. 7p.

Miller, R. D. 1979. The life history and biology of the bark beetle, *Ips latidens* (Leconte) (Coleoptera: Scolytidae). Simon Fraser University. pp. 56.

Miller, R. D. and H. J. Borden. 1985. Life history and biology of *Ips latidens* (Leconte) (Coleoptera: Scolytidae). Canadian Entomologist, Ottawa. 117: 859-871.

Miller, R. D., C. Asaro and C. W. Berisford. 2005. Attraction of southern pine engravers and associated bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to ipsenol, ipsdienol, and lanierone in southeastern United States. *Journal of Economic Entomology*. 98:2058-2066.

Miller, R. D., H. J. Borden, S. G. G. King and N. K. Slessor. 1991. Ipsenol: An aggregation pheromone for *Ips latidens* (LECONTE) (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of chemical Ecology*. 17(8): 1517-1527.

Miller, R. D., E. K. Gibson, F. K. Raffa, J. S. Seybold, A. S. Teale and L. D. Wood. 1997. Geographic variation in response of pine engraver, *Ips pini*, and associated species to pheromone lanierone. *Journal of Chemical Ecology*. 23(8): 2013-2031.

Mitchell, J. L. 1994. Commercial thinning of mature lodgepole pine to reduce susceptibility to mountain pine beetle. FRDA report 224, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Centre; B.C. Ministry of Forests. pp. 3-7.

Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biográfica de México. *Revista mexicana de biodiversidad*. 76 (2): 207-252.

Proyecto Movimiento Forestal Independiente en Honduras. 2008. Análisis de ventas directas para control de plaga en el área de uso múltiple. Montaña La Botija, Honduras. Informe 56.
En línea: http://mfi.conadeh.hn/images/InformesMFIPDF/Informe_MFI_56.pdf Consultado el 23 de Abril

Norma Oficial Mexicana. NOM-019-SEMARNAT-2006. 2008. Diario Oficial de la Federación. Primera sección. 16 p.

Ostmark, The life history, habits, and control of the Arizona five-spined Ips, *Ips lecontei* Swaine. (Coleoptera: Scolytidae). Requirement for the degree of Doctor of Philosophy. University of Florida. 78 p.

Parker, L. D. 1979. Arizona five-spined *Ips*, *Ips lecontei* Swaine, in ponderosa pine. Integrated pest management guide. 17p.

Pérez, De la C., Equihua, M. A., Romero, N. J., Sánchez, S. S. y García, L. E. 2009. Diversidad, fluctuación poblacional y plantas huésped de escolitinos (Coleóptera: Curculionidae) asociados con el agroecosistema cacao en Tabasco, México. Revista mexicana de biodiversidad. 80:779-791

Pulgarín, D. J. A. 2009. Insectos perforadores de las trece maderas mas comercializadas en el valle de Aburrá (Antioquia, Colombia). Revista Colombia Forestal. 12:51-56.

Riba, J. M. 1996. Inventario de los Scolytidae (Coleoptera) del NE de España. Boletín de la Asociación Española de Entomología. 20(1-2): 63-74. En línea:
<http://www.entomologica.es/cont/publis/boletines/609.pdf> Consultado en febrero

Rodríguez, O. A., Equihua, M. A., Cibrián, T. J. y Estrada, V. E. 2010. Fluctuación de *Dendroctonus adjunctus* Blandford (Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores atraídos por frontalina+alfa-pineno, en la estación experimental de Zoquiapan, Edo. De México. Boletín del museo de Entomología de la Universidad del Valle. 11(1):20-27.

Ryall, K. L., de P. Groot and S. M. Smith, 2006. Sequential patterns of colonization of coarse woody debris by *Ips pini* (Say) (Coleoptera: Scolytidae) following a major ice storm in Ontario. Agricultural and Forest Entomology. 8: 89-95.

Rzedowski, J. 1991. Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. Acta Botánica Mexicana. 14:3-21.

Sánchez, G. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. Madera y Bosques, primavera. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México. 14 (1): 107-120.

Sánchez, S. J. A. y Torres, E. L. 2006. Manual para la identificación de los principales problemas fitosanitarios de los bosques del estado de Coahuila. Inifap. 43 p.

SARH, 1994. Inventario Nacional Forestal, México. 63 p.

Savoie, A., H. J. Borden, D. H. Pierce, R. J. Gries, and G. Gries, 1998. Aggregation pheromone of *Pityogenes knechteli* and semiochemical-based interactions with three other bark beetles. *Journal of Chemical Ecology*. 24(2): 321-337.

SEMARNAT, 2005. Informe de la situación del medio ambiente en México. En línea: http://148.223.105.188:2222/gif/snif_portal/index.php?option=com_content&task=view&id=50&Itemid=64 consultado el 12 de junio

SEMARNAP, PROFEPA 1998. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, Informe Triannual. 1995-1997 México. pp. 113-114.

SEMARNAP, 1999. Proyecto Planeación Territorial y Deforestación, Dirección General de Restauración y Conservación de Suelos, con base en INEGI, cartografía de Uso del Suelo y Vegetación. México.

Steed, E. B. and R. M. Wagner. 2004. Importance of log size on host selection and reproductive success of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) in ponderosa pine slash of Northern Arizona and Western Montana. *J. Econ. Entomol.* 97(2): 436-450.

Steed, B. and Willhite. 2007. No publicado. IAT Interin reports *Ips* in Mexican 2nd trip. USDA, Estados Unidos. 20 p.

Soto, A., Orengo, L. y Estrela, A. 2002. Estudio de las poblaciones de insectos escolítidos (Coleoptera: Scolytidae) en las masas de *Pinus halapensis* Miller del parque natural del Montgó (Alicante). *Boletín de Sanidad Vegetal. Plagas*. 28: 445-456. En línea: <http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/plagas/BSVP-28-03-445-456.pdf>

Tanchiva, E. 1991. *Xylosandrus compactus* (Coleoptera: Scolytidae) nueva plaga del “camu camu” (*Myrciaria dubia*, Myrtaceae), en la Amazonia peruana. Revista Peruana de Entomología. 34: 31-32.

Tkacz, B. M., H. H., Burdsall, G. A. DeNitto, A. Eglitis, J. B. Hanson, J. T. Kliejunas, W. E. William, J. G. O'Brien and E. L. Smith. 1998. Pest risk assessment of the importation into the United States of unprocessed *Pinus* and *Abies* logs from Mexico. Department of Agriculture. General Technical Report. FPL-GTR-104. Madison, WI: U.S. 116 p.

Villa, C. J. 2009. Importante contribución a la salud de los ecosistemas forestales. CONAFOR. Programa de Sanidad forestal. pp. 27-28.

Villa, C. J. y Wagner, R. M. 1996. Efecto de la densidad residual en el desarrollo de *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae) en residuos de pino. Revista Ciencia Forestal en México. 21(80): 113-130.

Wood, S. L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), A taxonomic monograph. Great Basin Naturalist Memoirs. 6: 1-1359 p.

Wood, S. L. 1977. New synonymy and new species of american bark beetles (Coleoptera: Scolytidae), part V. Great Basin Nat. 37: 383-394.

En línea: <http://www.biodiversitylibrary.org/item/35776#page/399/mode/1up> Consultado el 25 de Mayo

Wood, S. L. and Bright, E. 1992. A Catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. B 835-1553.

Wood, S. L. and Stark, W. R. 1968. The life history of *Ips calligraphus* (Coleoptera: Scolytidae) with notes on its biology in California. Can. Ent.100: 145-151.

Wolfgang, S., K. O'Donell, and M. Garbelotto, 2004. Detection and quantification of airborne conidia of *Fusarium circinatum*, the causal agent of pine pitch canker, from two California sites by using a real-time PCR approach combined with a simple spore trapping method. *Applied and Environmental Microbiology*. 70(6): 3512-3520.

Zúñiga, G., Mendoza, C. G., Cisneros, R y Salinas, M. Y. 1999. Zonas de sobreposición en las áreas de distribución geográfica de las especies mexicanas de *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Scolytidae) y sus implicaciones ecológico-evolutivas. *Acta Zool. Mex. (N. S.)* 77: 1-22.

8. Anexo

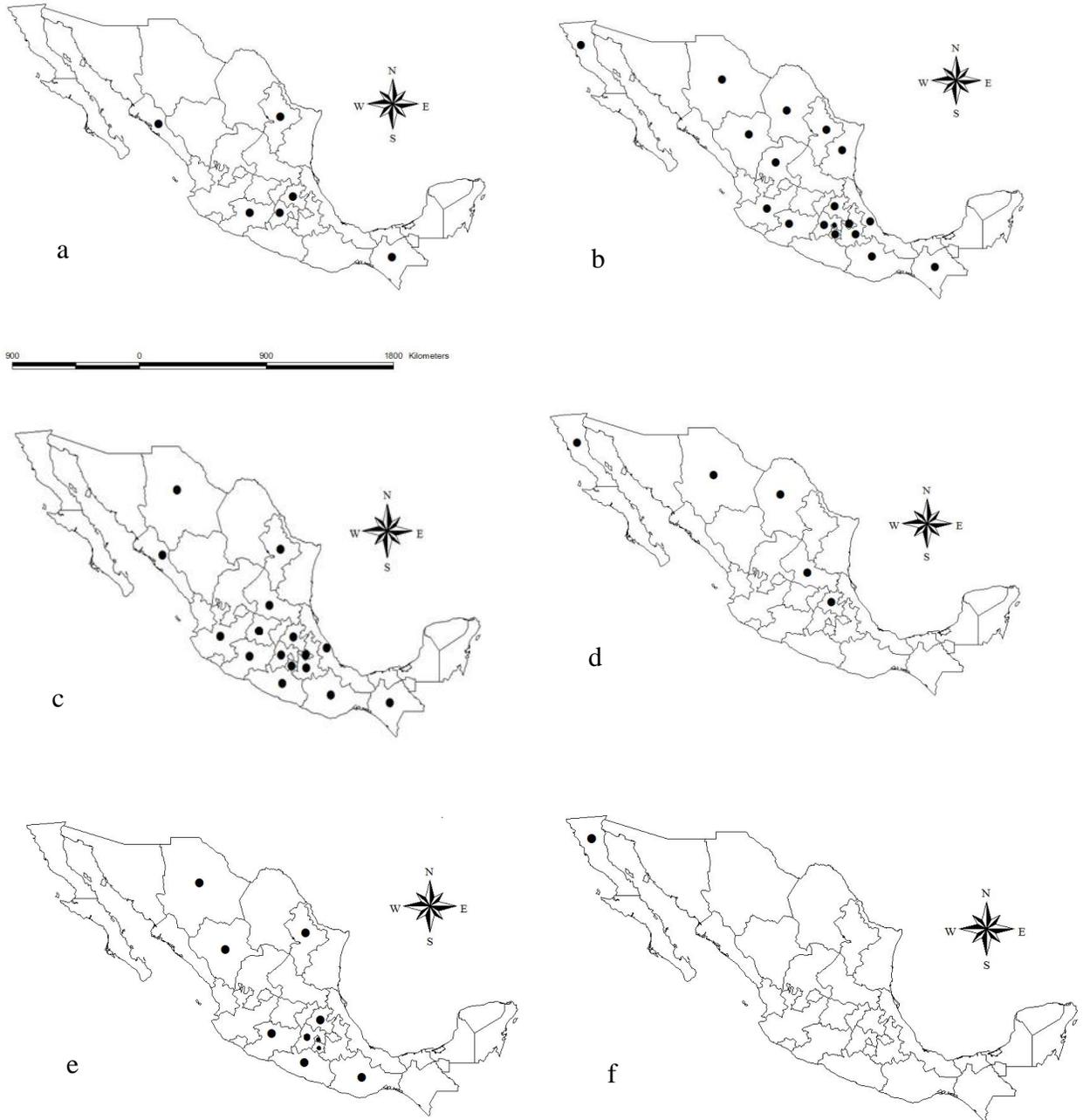


Lámina I. Mapas que muestran la distribución por estado de las especies **a.** *Ips apache*, **b.** *I. bonanseai*, **c.** *I. calligraphus*, **d.** *I. confusus*, **e.** *I. cribricollis* y **f.** *I. emarginatus* en la república mexicana.

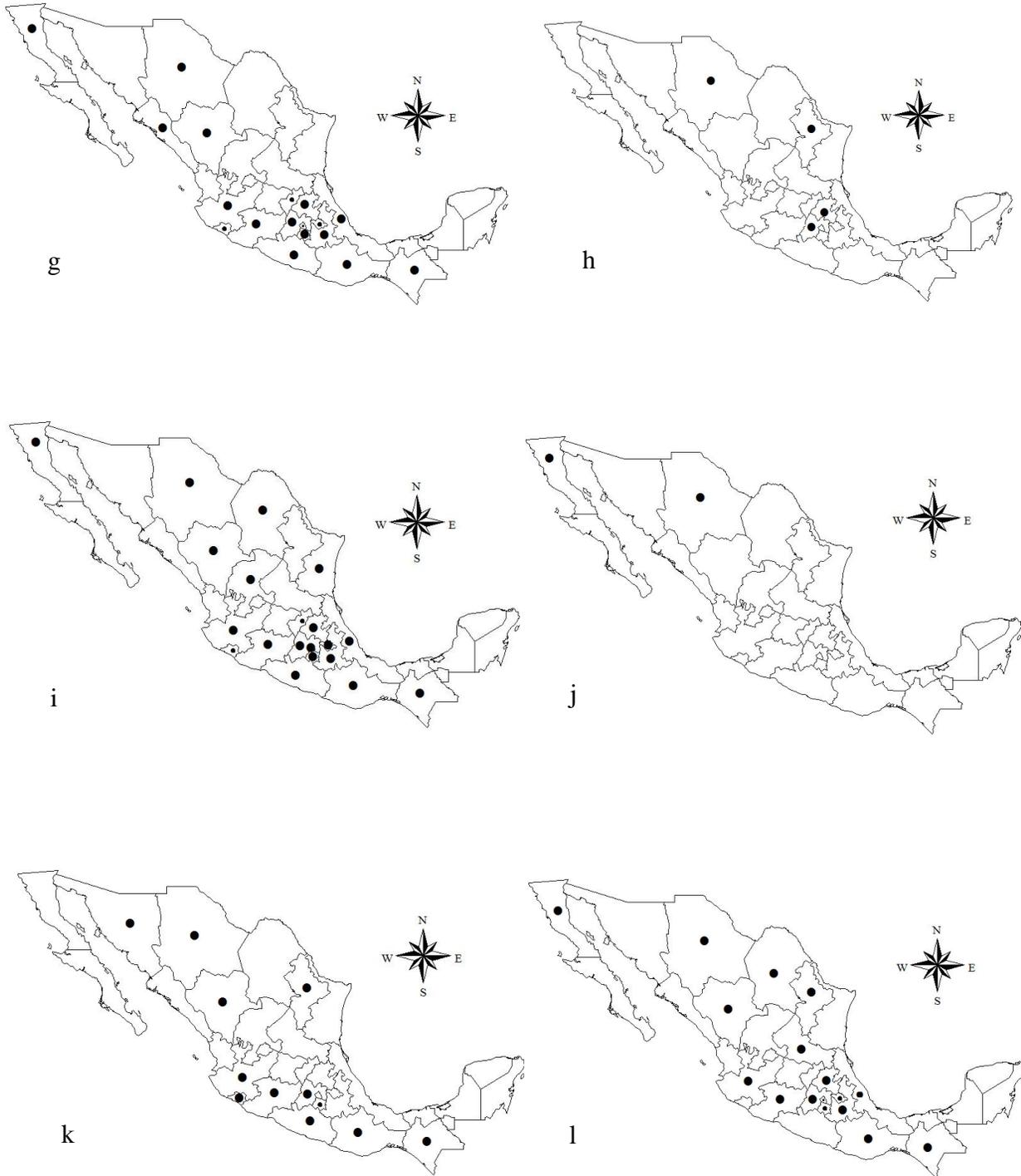


Lámina II. Mapas que muestran la distribución por estado de las especies **g. *I. grandicollis***, **h. *I. hoppingi***, **i. *I. integer***, **j. *I. latidens***, **k. *I. lecontei***, y **l. *P. mexicanus*** en la república mexicana.

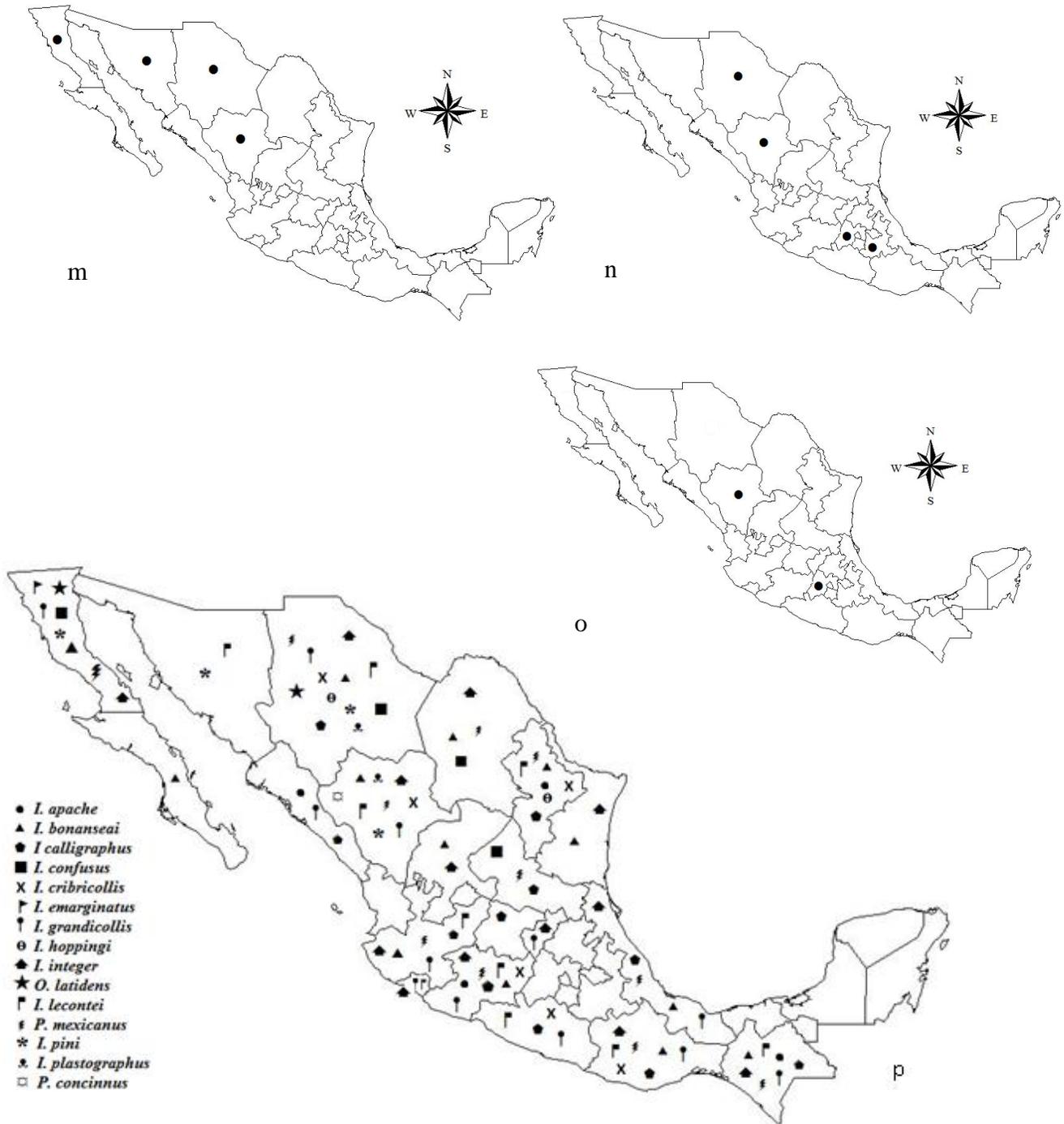
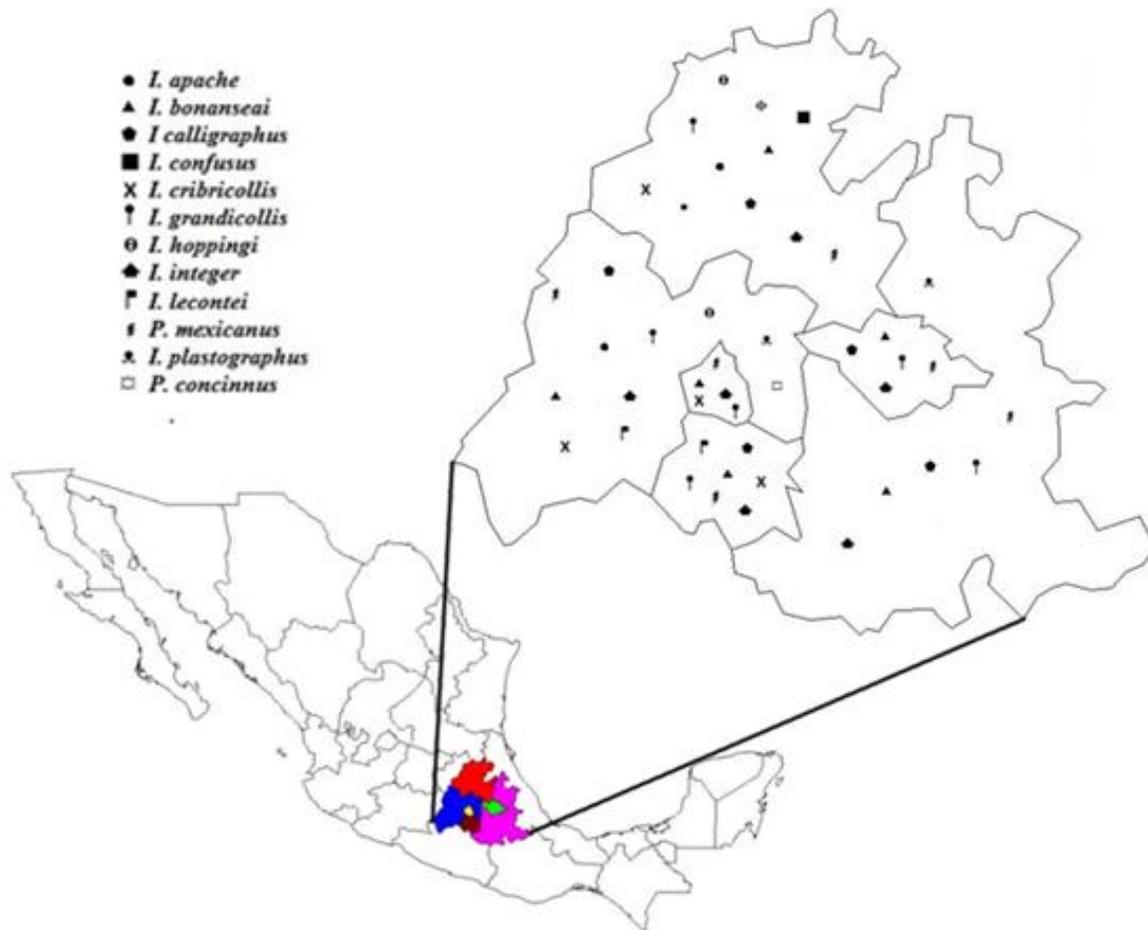


Lámina III. Se muestra la distribución por estado de las especies **m.** *I. pini*, **n.** *I. plastographus*, **o.** *P. concinnus* en la república mexicana. **p.** Muestra el traslape distribucional de especies en los estados de la republica mexicana.



Lamina IV. Muestra la proyección de los estados de México, Morelos, Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Distrito Federal en donde puede apreciarse el traslape distribucional de especies.

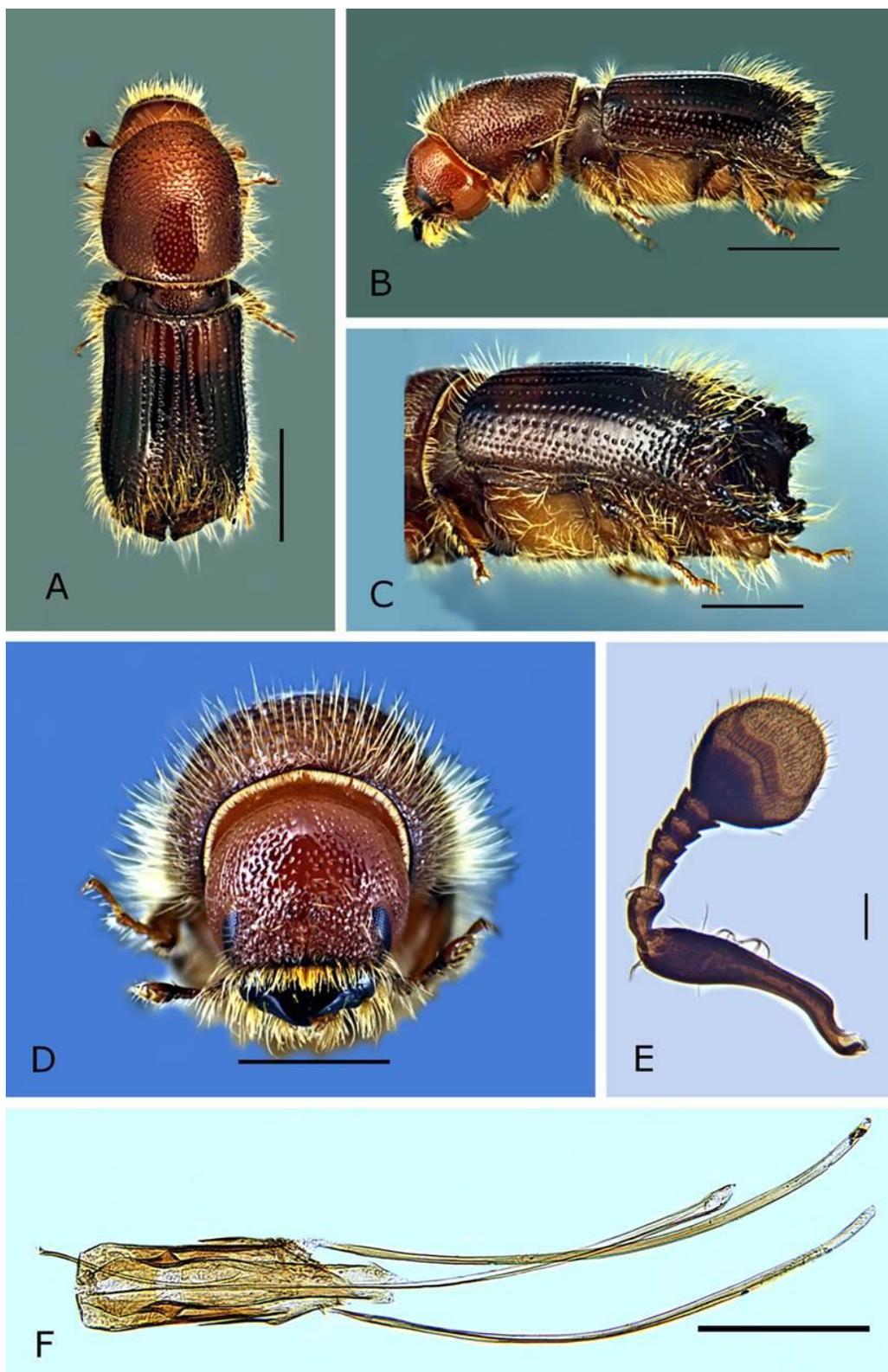


Lámina V. *I. emarginatus* Fig. A-D la línea representa 1mm; en E y F la línea representa 100 µm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena y F. Edeago.

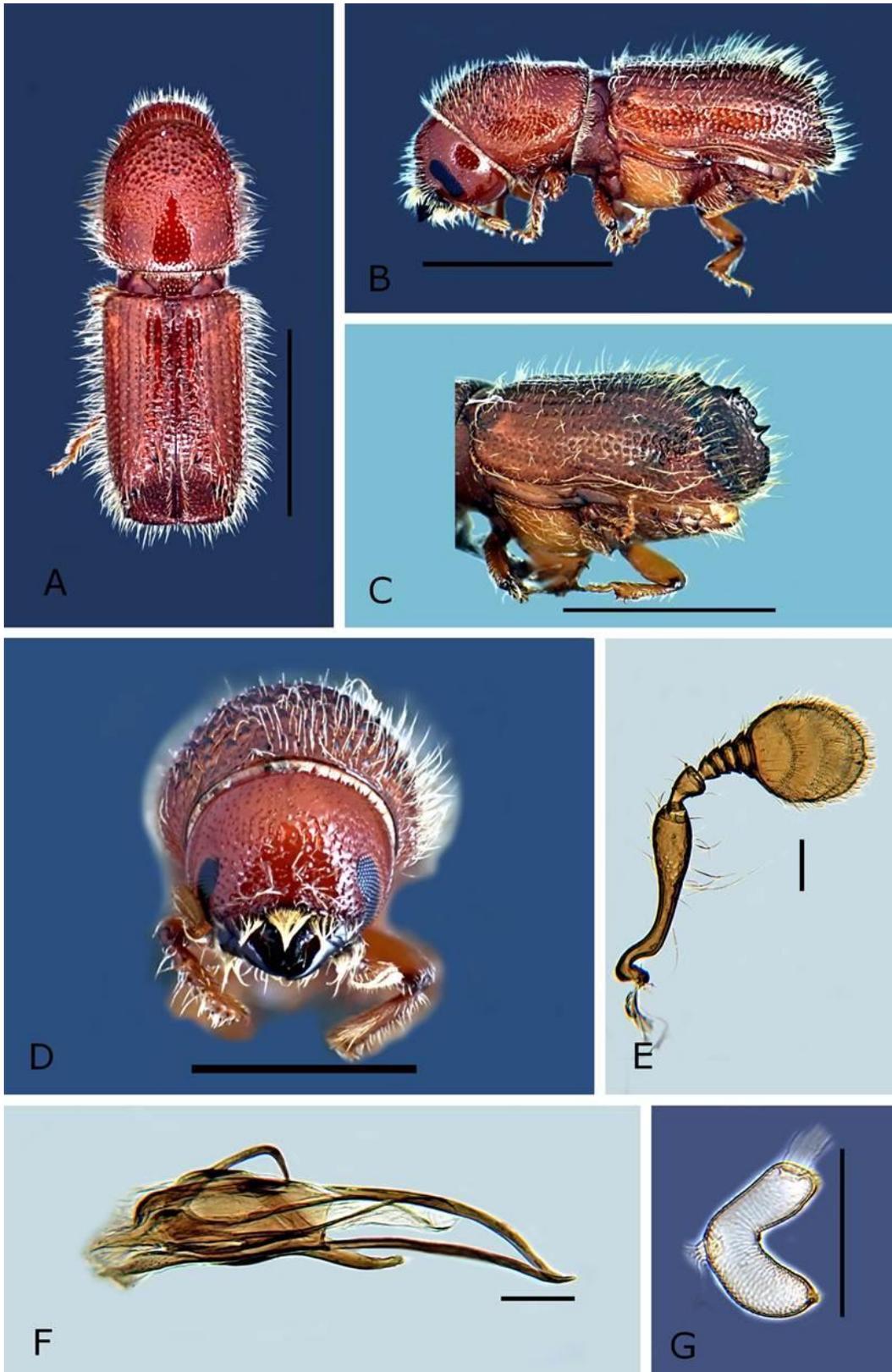


Lámina VI. *Orthotomicus (Ips) latidens*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E-G la línea representa 100 µm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Eedeago y G. Espermateca.

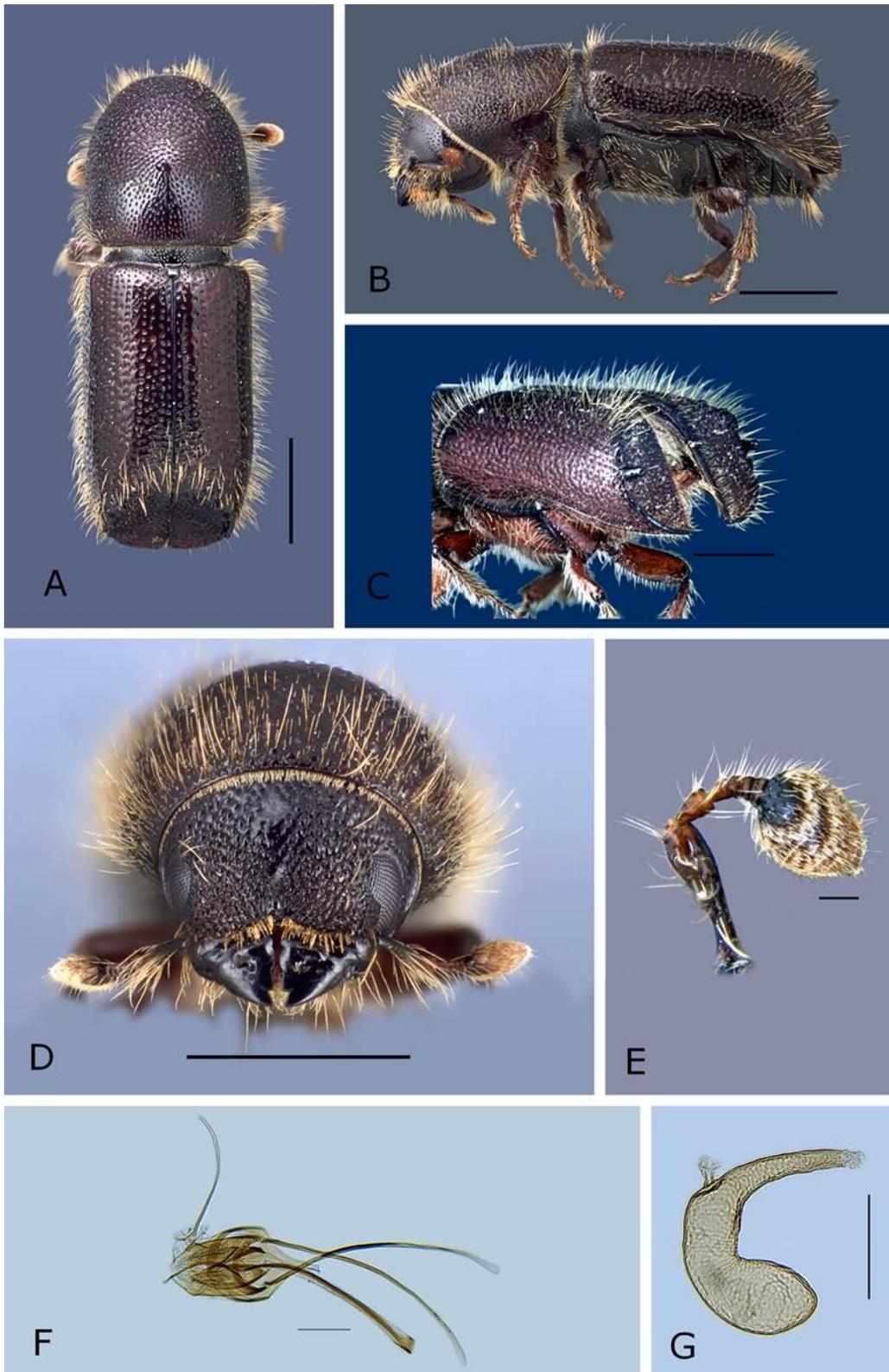


Lámina VII. *P. mexicanus*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E - G la línea representa 100 µm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

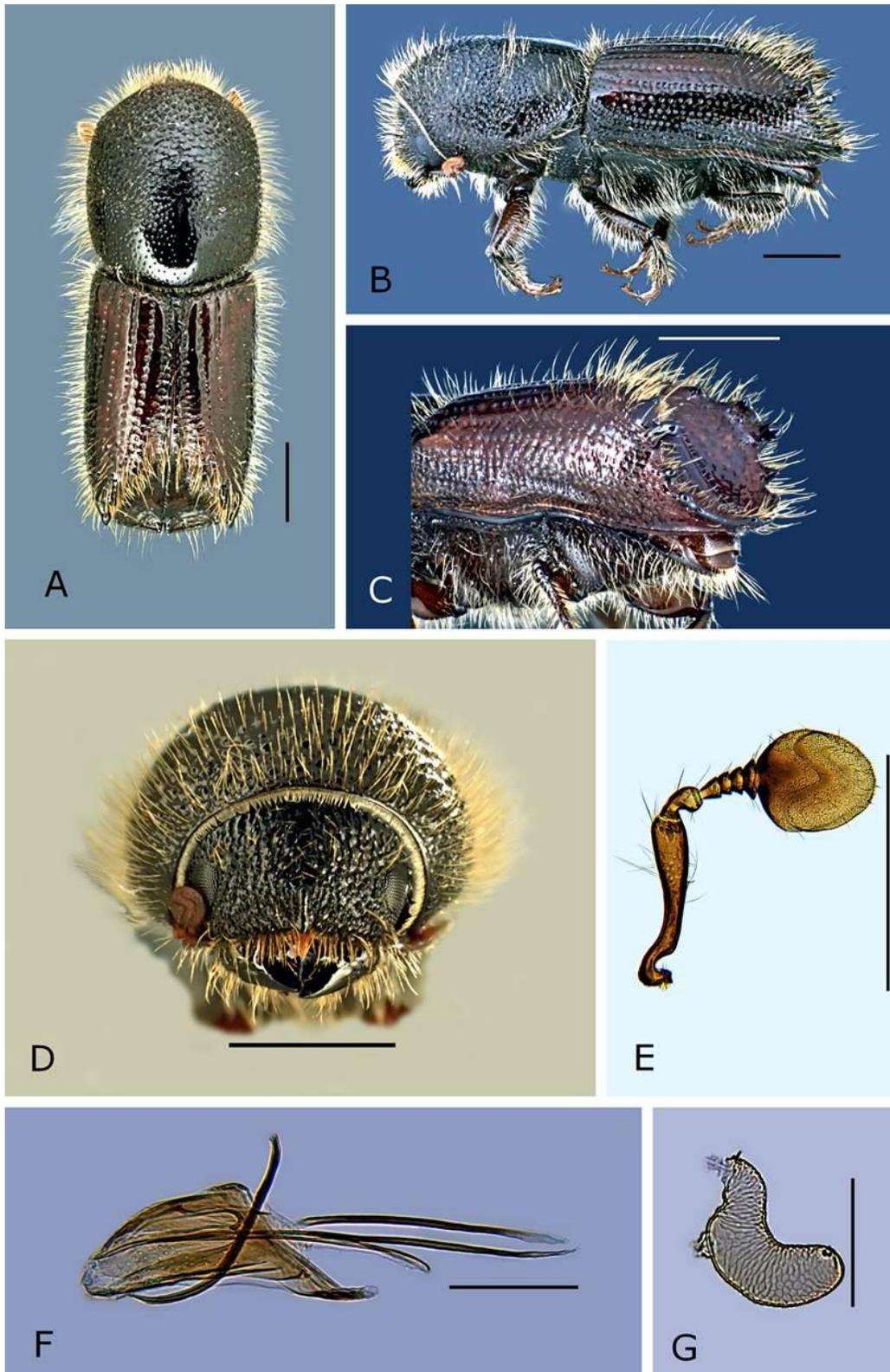


Lámina VIII. *I. integer*. Fig. A-E la línea representa 1mm; en F y G la línea representa 100 μm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

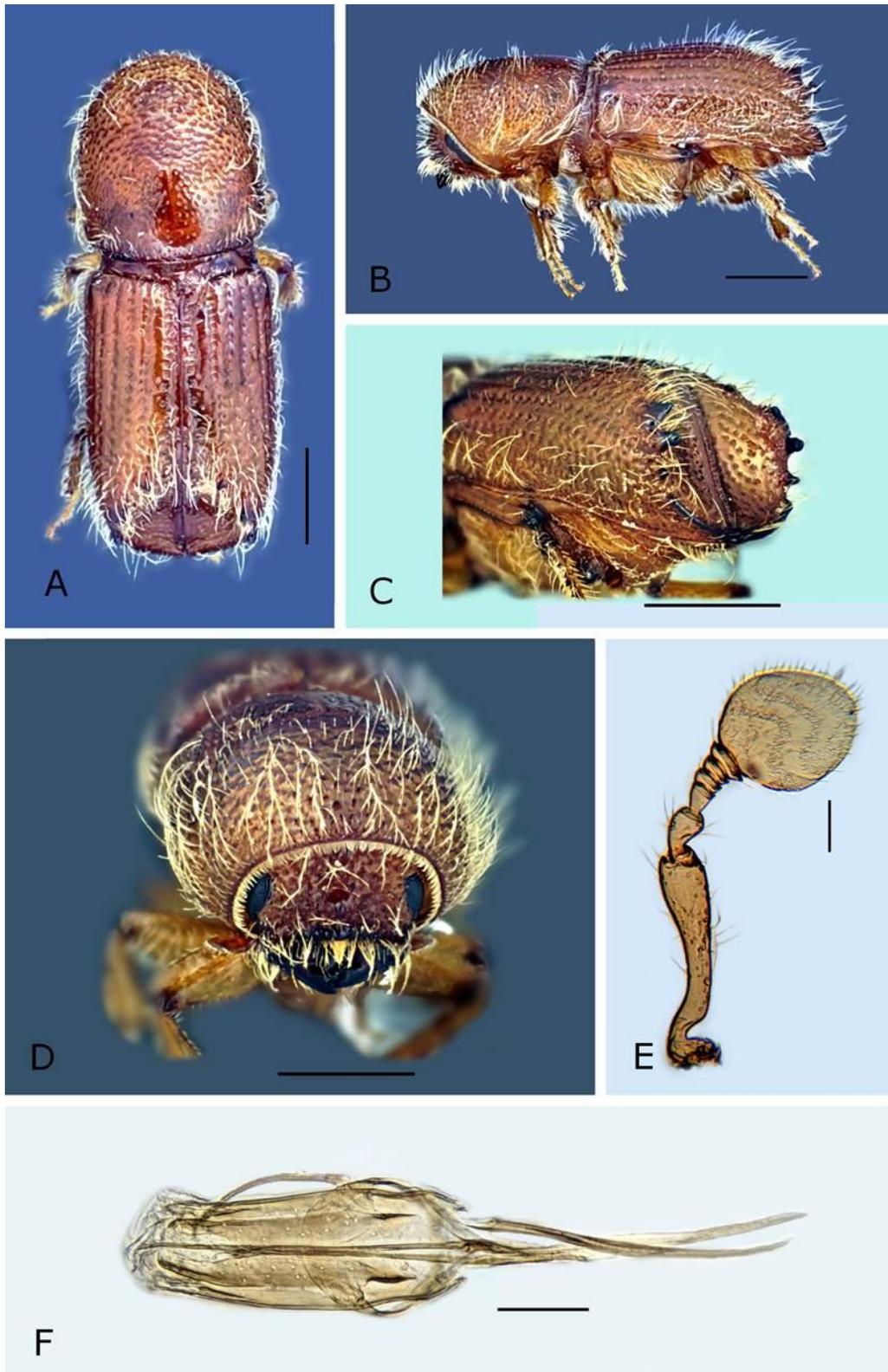


Lámina IX. *I. plastographus*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E y F la línea representa 100 μm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena y F. Edeago.

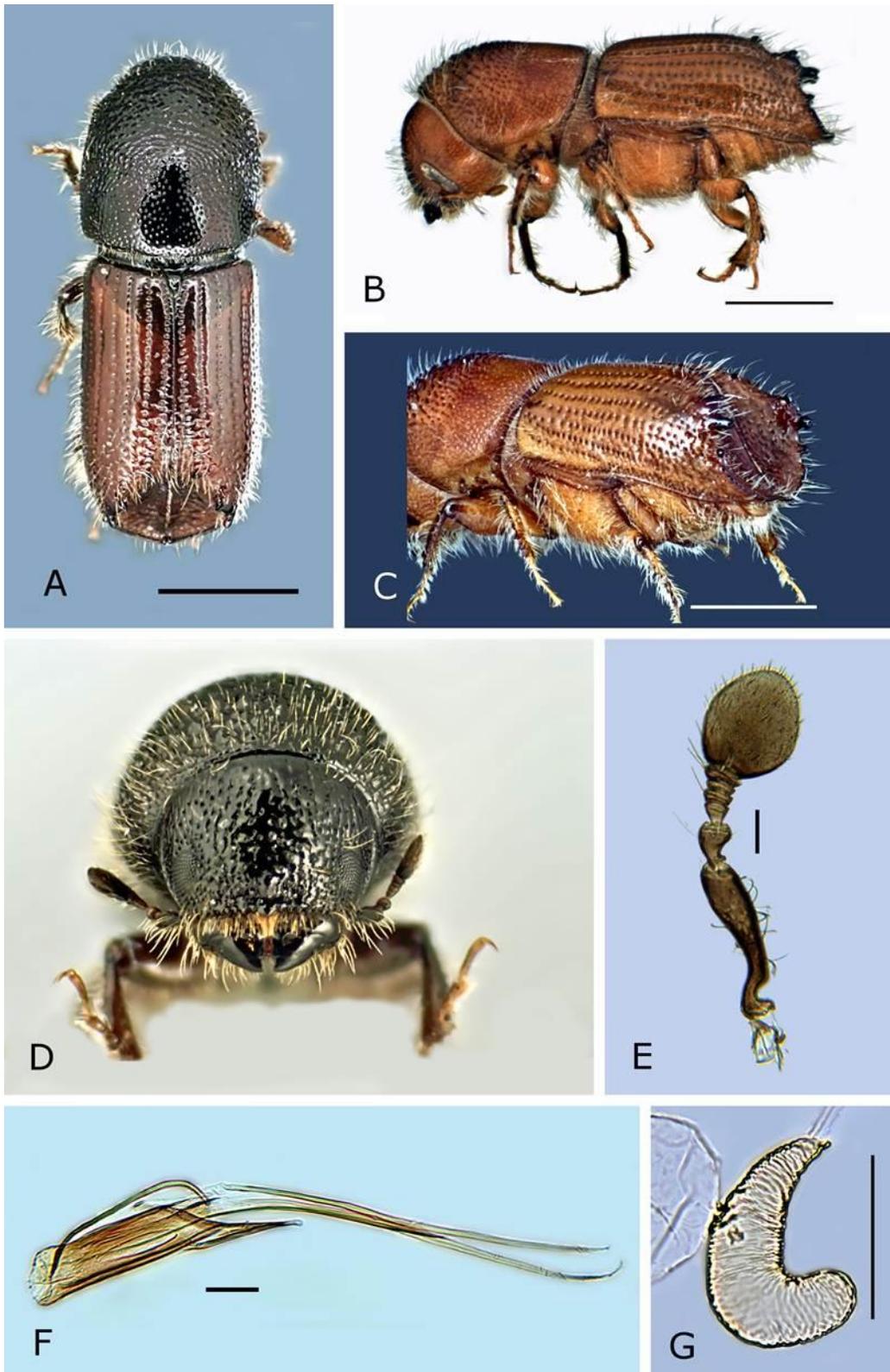


Lámina X. *I. bonanseai*. Fig. A-D la línea representa 1mm; E-G la línea representa 100 µm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

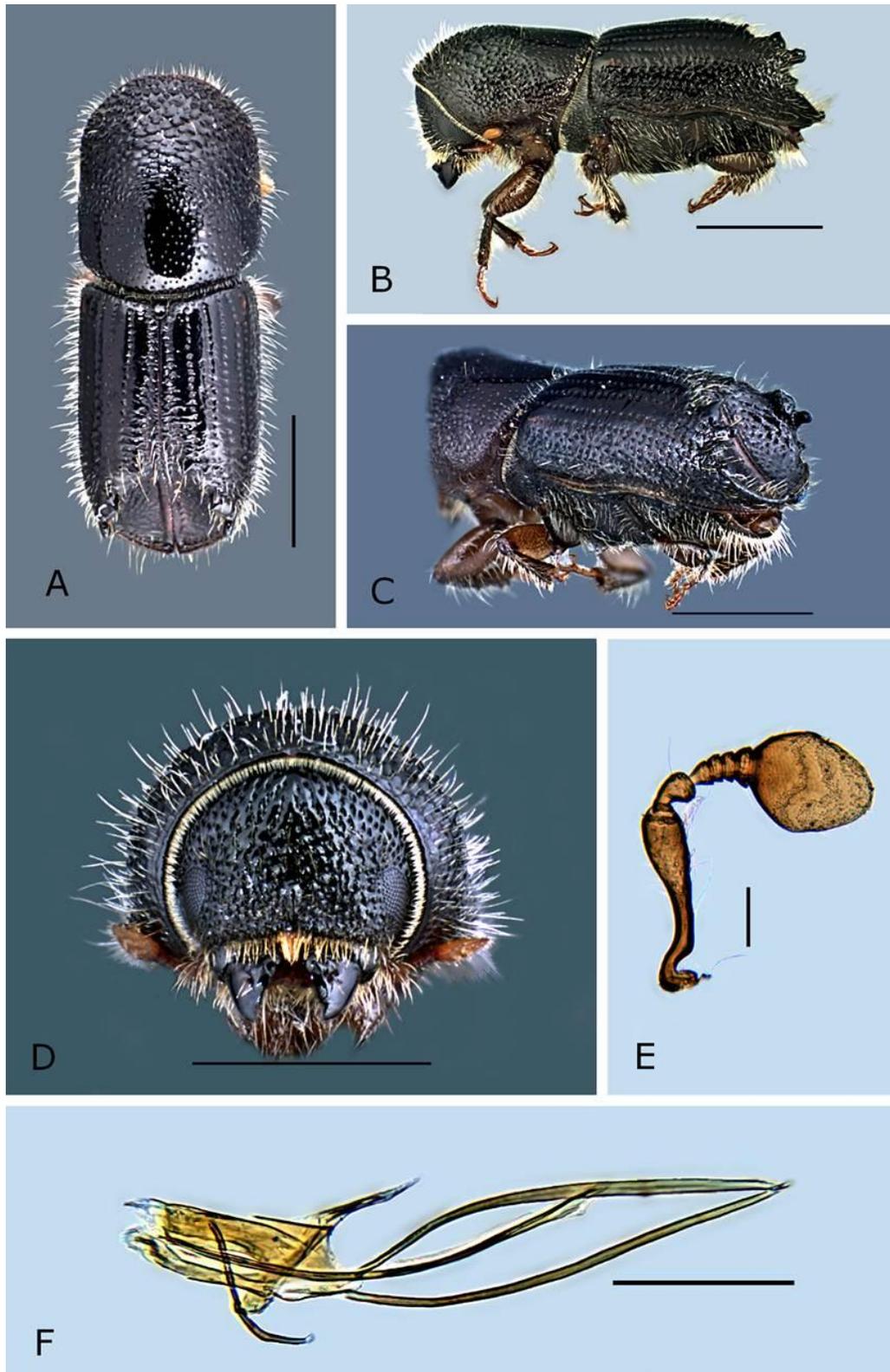


Lámina XI. *I. pini*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E y F la línea representa 100 μ m. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. antena y F. Edeago.

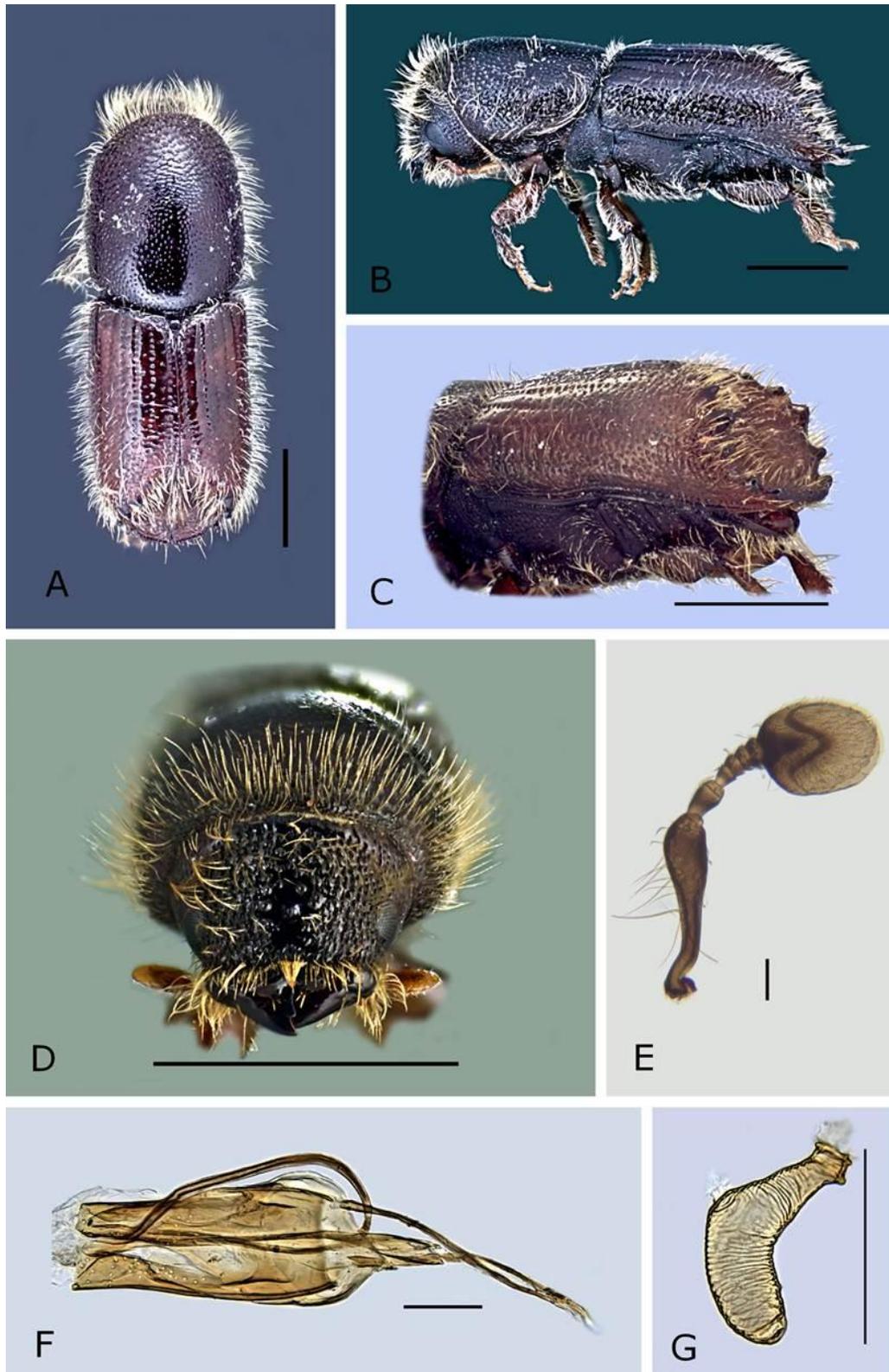


Lámina XII. *I. confusus*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E - G la línea representa 100 µm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

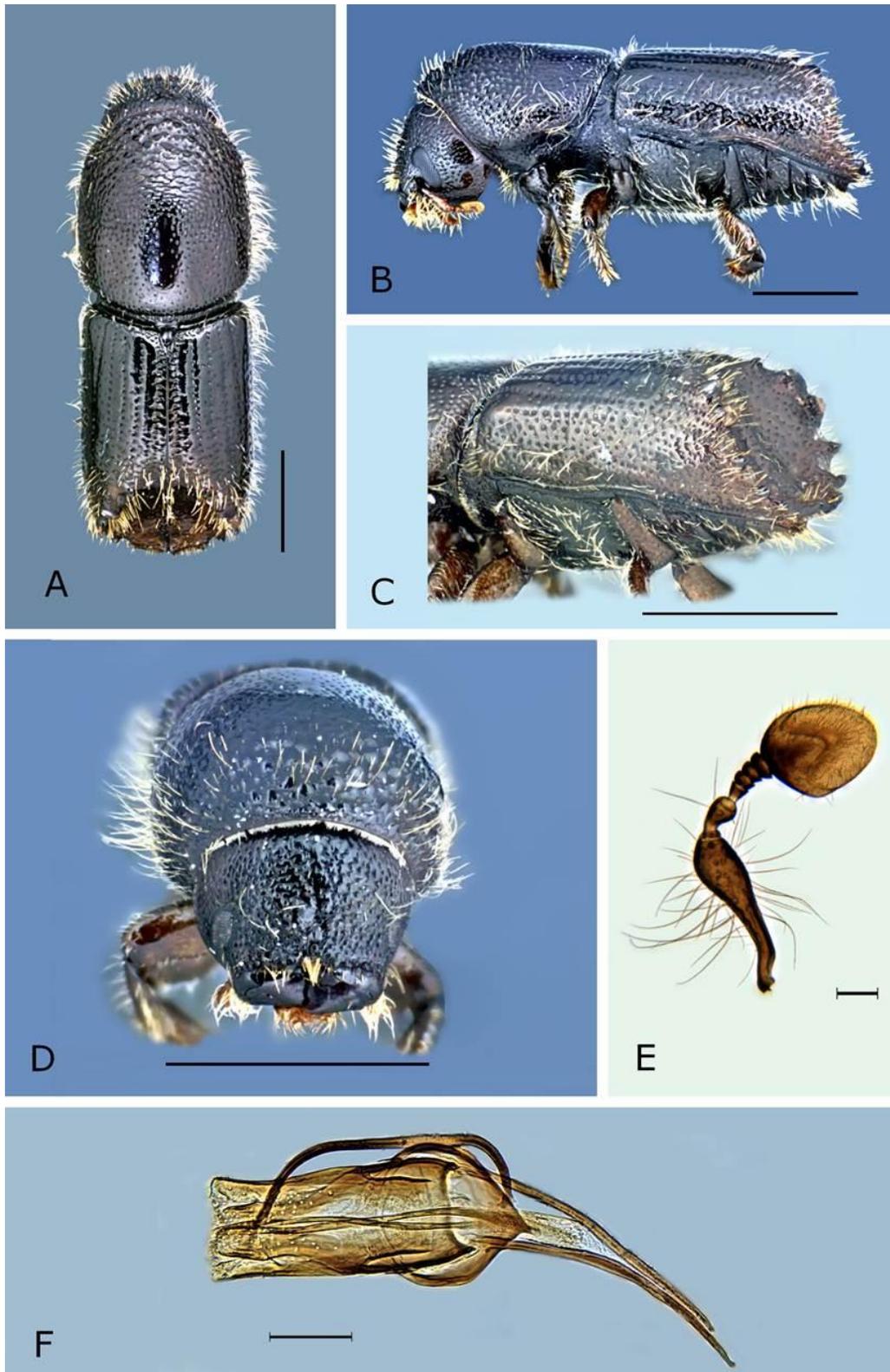


Lámina XIII. *I. hoppingi*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E y F la línea representa 100 μm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena y F. Edeago.

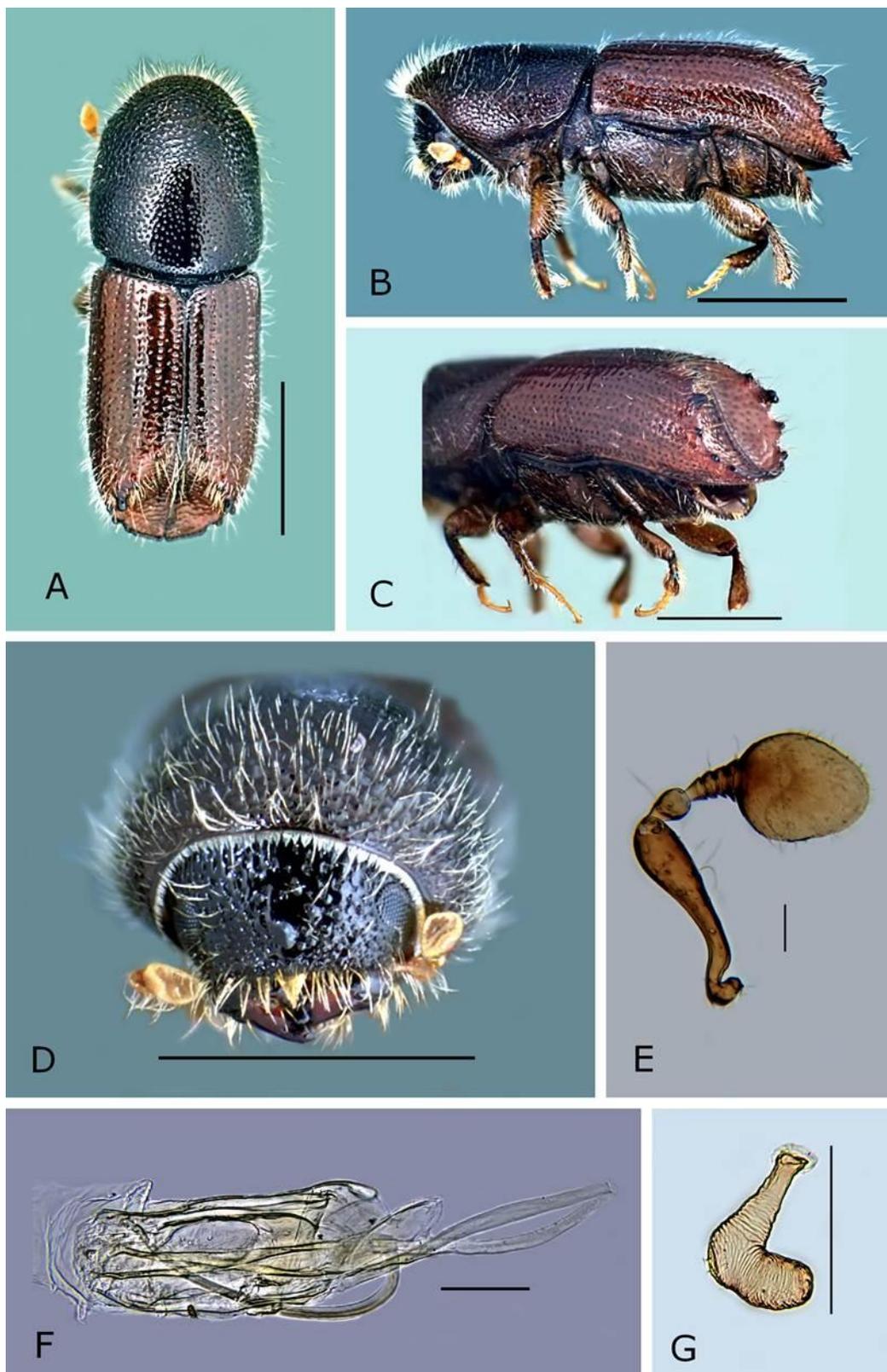


Lámina XIV. *I. grandicollis*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E - G la línea representa 100 μ m. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

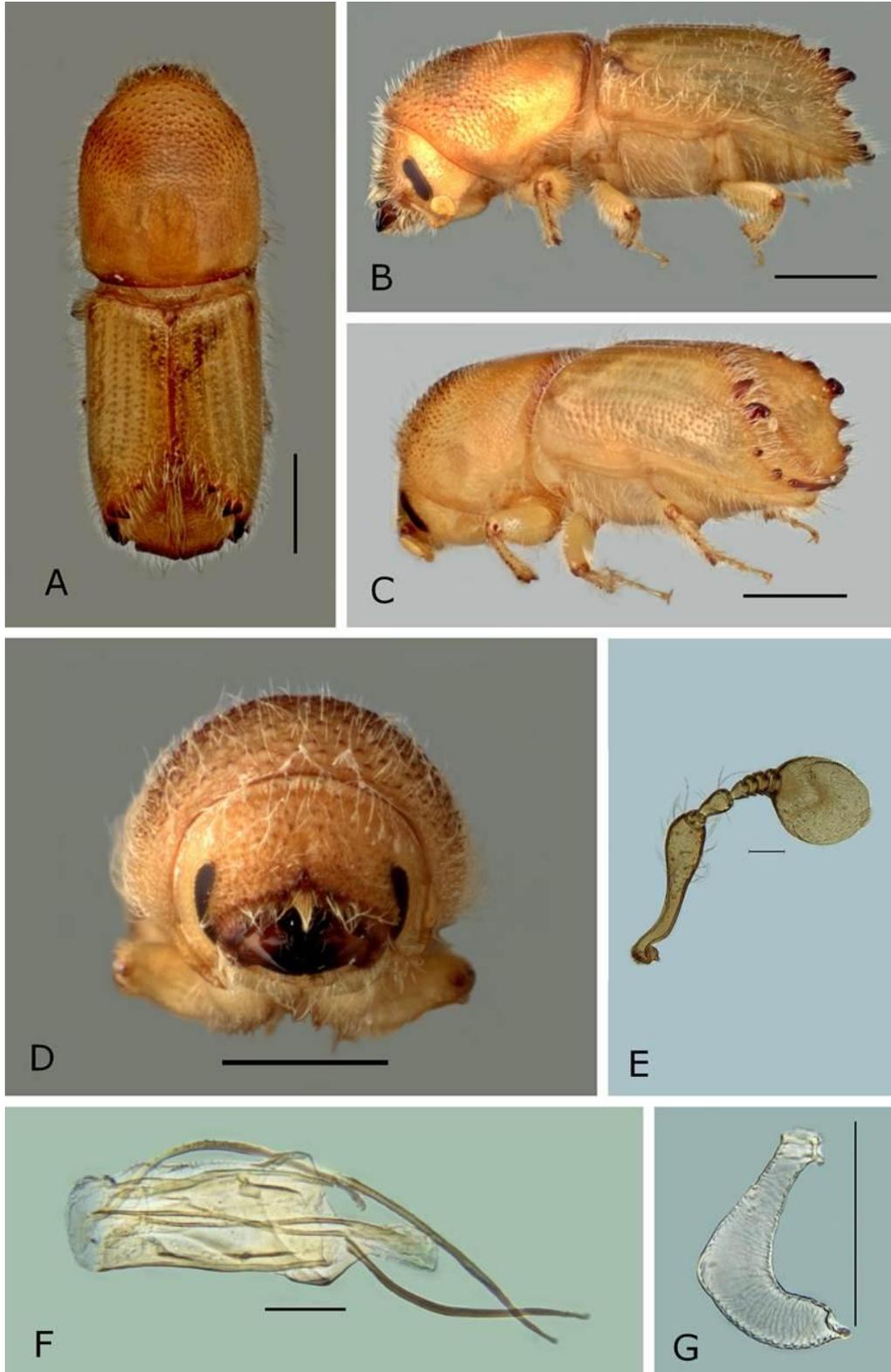


Lámina XV. *I. cribricollis*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E - G la línea representa 100 µm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

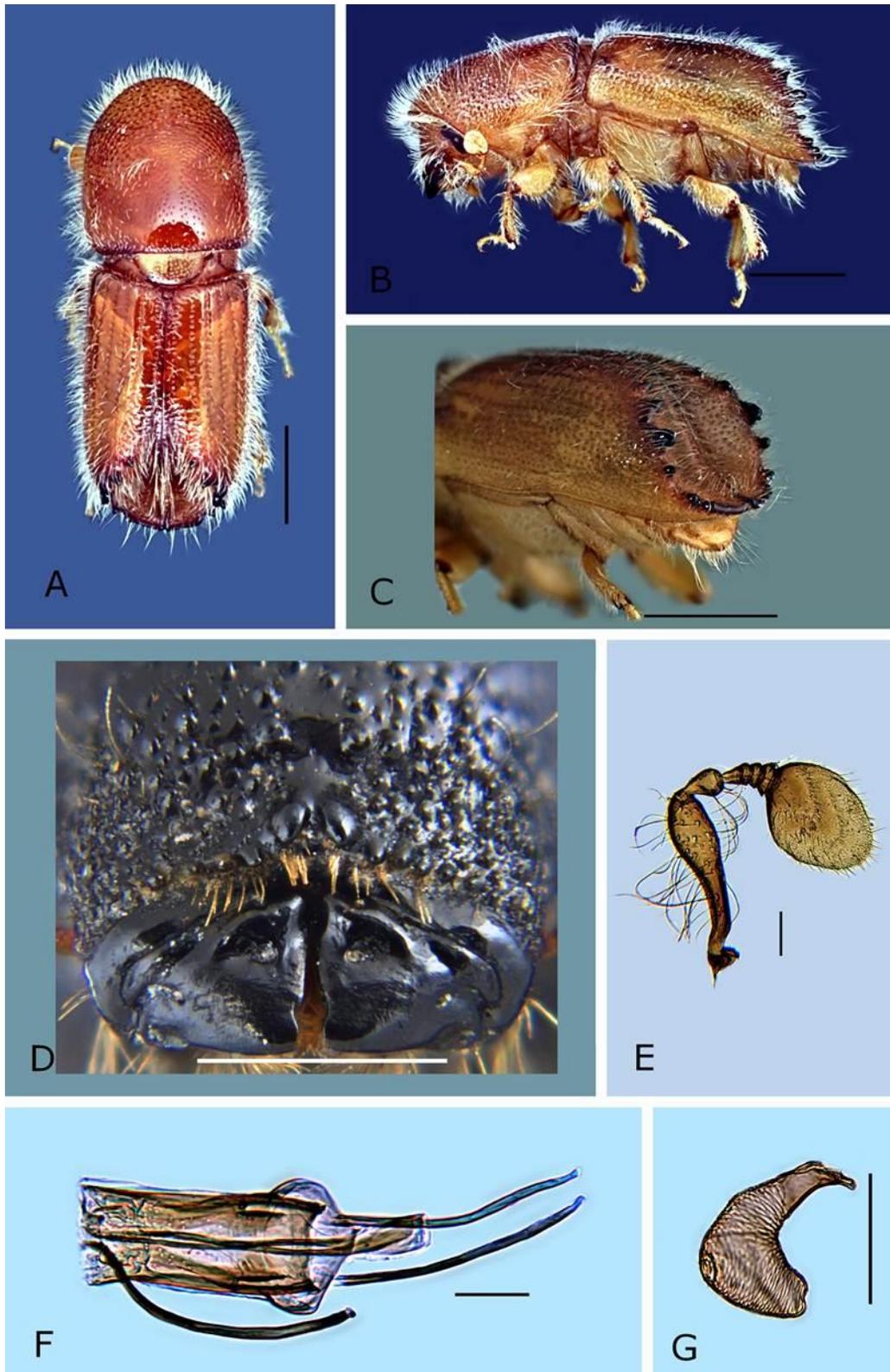


Lámina XVI. *I. lecontei*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E - G la línea representa 100 µm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

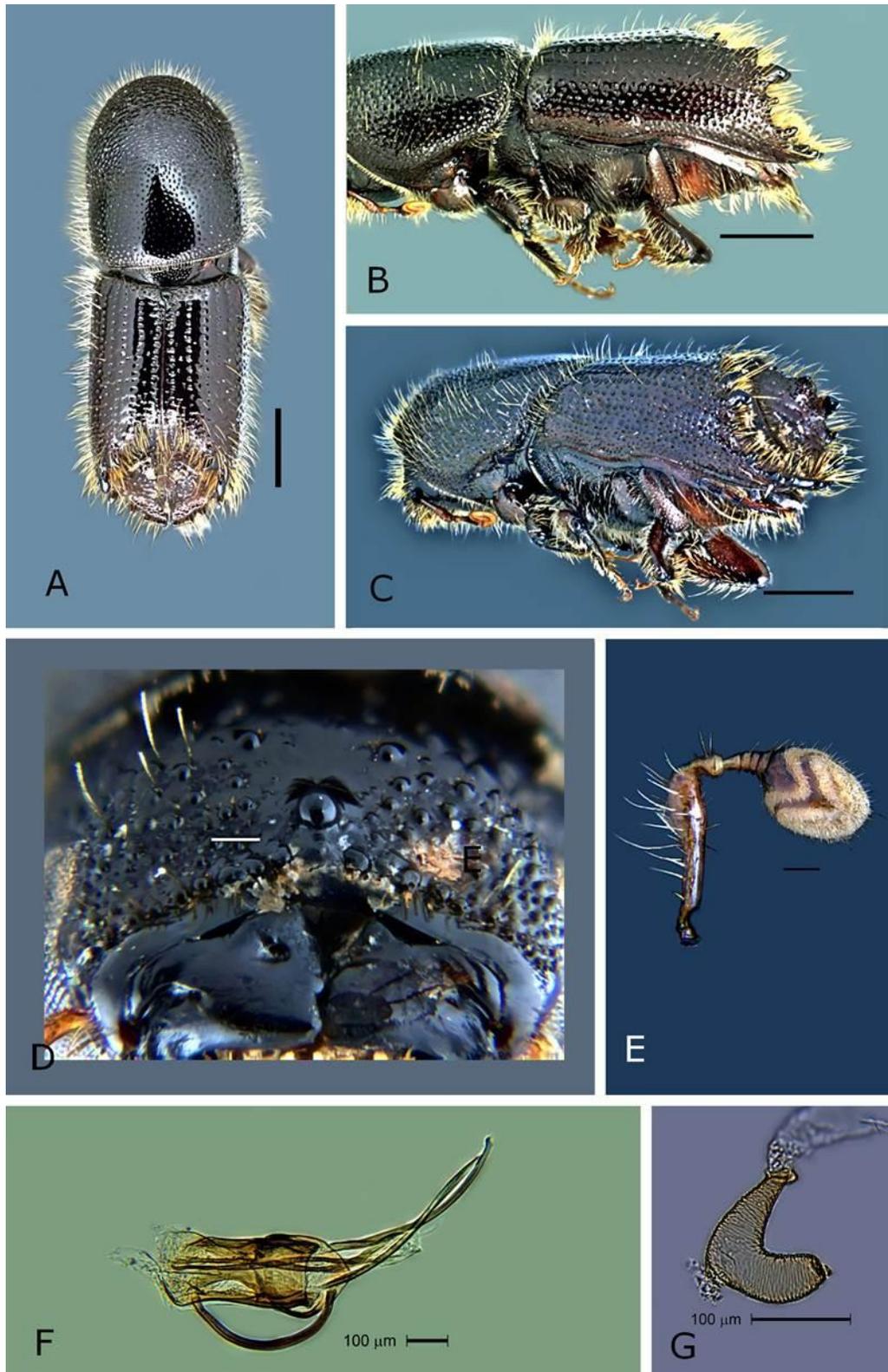


Lámina XVII. *I. calligraphus*. Fig. A-E la línea representa 1mm; en F y G la línea representa 100 μm. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.

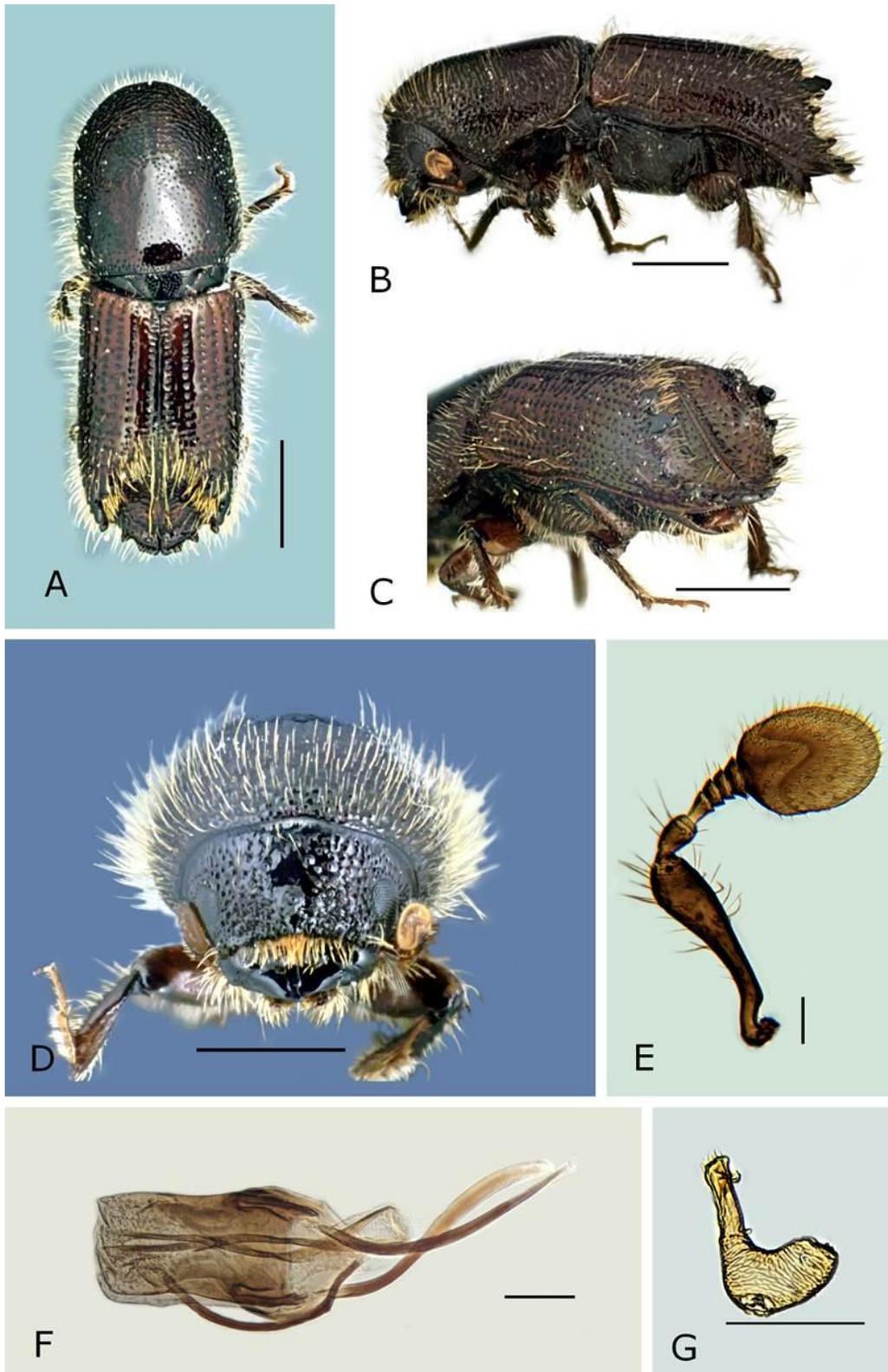


Lámina XVIII. *I. apache*. Fig. A-D la línea representa 1mm; en E - G la línea representa 100 μ m. A. Vista dorsal, B. Lateral, C. Caudolateral, D. Frontal, E. Antena, F. Edeago y G. Espermateca.