



# COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE FITOSANIDAD

ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

## EL GÉNERO *Pityophthorus* spp. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) EN BOSQUES TEMPLADOS DE PINO EN JALISCO

SARA GABRIELA DÍAZ RAMOS

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2016

La presente tesis titulada: **"EL GÉNERO *Pityophthorus* spp. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) EN BOSQUES TEMPLADOS DE PINO EN JALISCO"** realizada por la alumna: **SARA GABRIELA DÍAZ RAMOS** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

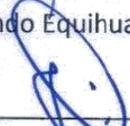
MAESTRA EN CIENCIAS  
FITOSANIDAD  
ENTOMOLOGÍA Y ACAROLOGÍA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Armando Equihua Martínez

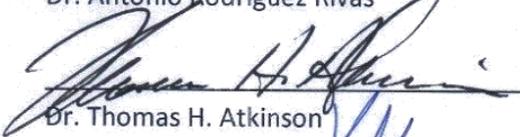
ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Obdulia L. Segura León

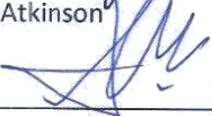
ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Antonio Rodríguez Rivas

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Thomas H. Atkinson

ASESOR

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Jorge M. Valdez Carrasco

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Marzo de 2016

## CONTENIDO

CONTENIDO.....	i
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
2.1 Situación taxonómica.....	2
2.2 Morfología .....	2
2.3 Biología del insecto.....	3
2.4 Fluctuación poblacional .....	4
2.5 Estudio molecular .....	4
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	5
3.1 Ubicación del área de estudio .....	5
3.2 Colecta del material vegetal y entomológico.....	6
3.2.1 Trabajo de laboratorio.....	7
3.2.2 Determinación el material entomológico.....	7
3.2.3 Preparación de genitalias .....	7
3.3 Trampas cebadas con feromonas .....	7
3.4 Estudio molecular .....	8
3.5 Extracción de ADN.....	8
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	10
4.1 El género <i>Pityophthorus</i> en el estado de Jalisco, México.....	10
4.2 Claves para especies de <i>Pityophthorus</i> asociados a <i>Pinus</i> en el Estado de Jalisco (Modificado de Bright, 1981 y Wood, 1982) .....	16
4.3 Listado de especies, diagnosis y distribución .....	21
Grupo: <i>Obtusipennis</i> .....	21
4.3.1 <i>Pityophthorus obtusipennis</i> Blandford .....	21
4.3.2 <i>Pityophthorus oclusus</i> Bright.....	24

Grupo: Pulicarius.....	26
4.3.3 <i>Pityophthorus schwerdtfegeri</i> Blackman.....	26
4.3.4 <i>Pityophthorus aztecus</i> Bright.....	29
Grupo: Cristatus .....	32
4.3.5 <i>Pityophthorus cristatus</i> Wood .....	32
Grupo: Nocturnus.....	35
4.3.6 <i>Pityophthorus sapineus</i> Bright.....	35
4.3.7 <i>Pityophthorus impexus</i> Bright.....	37
4.3.8 <i>Pityophthorus segnis subopacus</i> Blackman.....	39
Grupo: Blandus .....	41
4.3.9 <i>Pityophthorus scabridus</i> Schedl .....	41
Grupo: Crassus .....	44
4.3.10 <i>Pityophthorus schwarzi</i> Blackman.....	44
Grupo: Confusus .....	47
4.3.11 <i>Pityophthorus confusus</i> Blandford.....	47
4.3.12 <i>Pityophthorus annectens</i> LeConte .....	50
4.3.13 <i>Pityophthorus spadix</i> Blackman .....	53
4.3.14 <i>Pityophthorus cacuminatus</i> Blandford.....	55
4.3.15 <i>Pityophthorus</i> ca. <i>bassetti</i> Blackman.....	58
4.3.16 <i>Pityophthorus cuspidatus</i> Blandford.....	60
4.3.17 <i>Pityophthorus solatus</i> Wood.....	63
4.4 Fluctuación poblacional de especies del género presentes en Bosque la Primavera colectados mediante de trampas Lindgren cebadas con feromonas.....	65
4.5 Estudio Molecular de las dos especies más comunes asociadas a médulas de ramillas de pino .....	70
5. CONCLUSIONES .....	71
6. LITERATURA CITADA .....	73

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme el recurso económico para llevar acabo Maestría.

Al Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo por darme la oportunidad realizar mis estudios de maestría.

Dr. Armando Equihua Martínez, por su gran apoyo brindado en esta investigación.

Dra. Obdulia L. Segura León, por enseñarme que lo molecular SÍ es importante, y que puede ser divertido.

Dr. Antonio Rodríguez Rivas, por su apoyo en campo y por su paciencia y por tener la confianza en esta investigación.

M. C. Jorge M. Valdez Carrasco, por su paciencia y aprender que toda imagen depende del monitor con se mire.

Dr. Thomas H. Atkinson y familia por su hospitalidad durante mi estancia y sobre todo por el apoyo y disposición brindada a esta investigación.

Dr. Jesús Romero Nápoles por sus consejos, y los conocimientos brindados.

Dr. David Cibrián Tovar, por permitirme revisar la colección entomológica y facilitar algunos insectos.

A los profesores que fueron parte de mi formación durante el posgrado, por su entrega y conocimientos.

A todas aquellas personitas que se unieron a mi vida, como nuevas amistades y por su apoyo en los momentos difíciles, Oralia Sánchez, Claudia Contreras, Velen Buendia, Enhé Millán, Areli Ortega, Paul Mendez, Lulú Ahuja, Lehninger, Isis Delgado, Lenin Sedado, Vany Salvador, Jorge Noriega, Víctor Cibrián, Ulises Castro, Chucho Acuña, Mauricio Pérez, Emir Mancilla, Chucho Conzaga,

Quimichi, por tu apoyo en los momentos del caos, en la búsqueda de reactivos y espacio.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Ma. Guadalupe Ramos Hernández y Jorge Antonio Díaz Guizar, por los consejos, amor y por apoyarme en todas mis locuras.

A mis hermanos, Jorge, David, Georgina, Berenice, por todo el apoyo y ánimos en momentos de desesperación.

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Oviposición de <i>Pityophthorus</i> . .....	3
<b>Figura 2.</b> Ubicación de localidades de colecta directa en el estado de Jalisco.....	6
<b>Figura 3.</b> Morfología de la espermateca de <i>Pityophthorus sapineus</i> Bright. ....	12
<b>Figura 4.</b> Distribución del <i>Pityophthorus obtusipennis</i> Blandford. ....	22
<b>Figura 5.</b> <i>Pityophthorus obtusipennis</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	23
<b>Figura 6.</b> Distribución de <i>Pityophthorus oclusus</i> Bright. ....	24
<b>Figura 7.</b> <i>Pityophthorus oclusus</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	25
<b>Figura 8.</b> Distribución de <i>Pityophthorus schwerdtfegeri</i> en México. ....	27
<b>Figura 9.</b> <i>Pityophthorus schwerdtfegeri</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	28
<b>Figura 10.</b> Distribución de <i>Pityophthorus aztecus</i> Bright. ....	30
<b>Figura 11.</b> <i>Pityophthorus aztecus</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	31
<b>Figura 12.</b> Distribución de <i>Pityophthorus cristatus</i> Wood. ....	33
<b>Figura 13.</b> <i>Pityophthorus cristatus</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	34
<b>Figura 14.</b> Distribución de <i>Pityophthorus sapineus</i> Bright. ....	35
<b>Figura 15.</b> <i>Pityophthorus sapineus</i> A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. Grupo: Segnis	36
<b>Figura 16.</b> Distribución de <i>Pityophthorus impexus</i> Bright. ....	37
<b>Figura 17.</b> <i>Pityophthorus impexus</i> ; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive macho; D: antena; E: frente macho F: edeago. <b><i>Pityophthorus segnis subopacus</i> Blackman</b> .....	38
<b>Figura 18.</b> Distribución de <i>Pityophthorus segnis subopacus</i> Blackman. ....	39
<b>Figura 19.</b> <i>Pityophthorus segnis subopacus</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	40
<b>Figura 20.</b> Distribución de <i>Pityophthorus scabridus</i> Schedl. ....	42
<b>Figura 21.</b> <i>Pityophthorus scabridus</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive hembra; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: declive macho; H: antena; I: edeago. ....	43
<b>Figura 22.</b> Distribución de <i>Pityophthorus schwarzi</i> Blackman. ....	45
<b>Figura 23.</b> <i>Pityophthorus schwarzi</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	46
<b>Figura 24.</b> Distribución de <i>Pityophthorus confusus</i> Blandford. ....	48
<b>Figura 25.</b> <i>Pityophthorus confusus</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	49
<b>Figura 26.</b> Distribución de <i>Pityophthorus annectens</i> LeConte. ....	51
<b>Figura 27.</b> <i>Pityophthorus annectens</i> ; A: dorsal-lateral, B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	52
<b>Figura 28.</b> <i>Pityophthorus spadix</i> ; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D frente hembra; E: antena; F: espermateca. ....	54

<b>Figura 29.</b> Distribución de <i>Pityophthorus cacuminatus</i> Blandford. ....	56
<b>Figura 30.</b> <i>Pityophthorus cacuminatus</i> ; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	57
<b>Figura 31.</b> Distribución de <i>Pityophthorus ca. bassetti</i> Blackman. ....	58
<b>Figura 32.</b> <i>Pityophthorus ca bassetti</i> ; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	59
<b>Figura 33.</b> Distribución de <i>Pityophthorus cuspidatus</i> Blandford. ....	61
<b>Figura 34.</b> <i>Pityophthorus cuspidatus</i> ; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	62
<b>Figura 35.</b> Distribución de <i>Pityophthorus solatus</i> Wood. ....	63
<b>Figura 36.</b> <i>Pityophthorus solatus</i> ; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago. ....	64
<b>Figura 37.</b> Fluctuación poblacional de <i>Pityophthorus</i> spp., en el CEBE del bosque la primavera. Tala, Jalisco 2010. ....	66
<b>Figura 38.</b> Fluctuación poblacional de <i>Pityophthorus</i> spp., en el CEBE del bosque la primavera. Tala, Jalisco 2011. ....	67
<b>Figura 39.</b> Fluctuación poblacional de <i>Pityophthorus</i> spp., en el CEBE del bosque la primavera. Tala, Jalisco 2012. ....	68
<b>Figura 40.</b> Principales especies de <i>Pityophthorus</i> registradas en el CEBE del Bosque la Primavera. Tala, Jalisco, 2011. A) <i>Pityophthorus cacuminatus</i> ; B) <i>Pityophthorus exquisitus</i> y C) <i>Pityophthorus schwerdtfegeri</i> . ....	69
<b>Figura 41.</b> Árbol filogenético del gen COI con base en Máxima verosimilitud (ML) con Bootstrap 500 repeticiones. ....	70

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Especies para estudio molecular. ....	8
<b>Cuadro 2.</b> Especies de <i>Pityophthorus</i> registradas para el estado de Jalisco, 2016. ....	10
<b>Cuadro 3.</b> Especies de <i>Pityophthorus</i> recolectados durante los tres años de trampeo (2010-2012) en el Campo Experimental Bosque Escuela (CEBE) Tala, Jalisco. ....	65

# EL GÉNERO *Pityophthorus* spp. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) EN BOSQUES TEMPLADOS DE PINO EN JALISCO

SARA GABRIELA DÍAZ RAMOS, M. en C.  
Colegio de Postgraduados, 2016.

## RESUMEN

El género *Pityophthorus* (Curculionidae:Scolytinae) se encuentra distribuido en zonas tropicales y subtropicales, preferentemente en Norte y Centro América (coníferas). Generalmente las especies se establecen en ramas muertas de árboles en pie o tirados, y solo en casos aislados se han considerados plagas forestales. En el estado de Jalisco se presentan daños aislados pero constantes y los estudios sobre su taxonomía, biología y distribución en México son escasos. Este género cuenta con 385 especies en la región Neártica y Neotropical; en México se conocen 131 especies. Para el estado de Jalisco previamente se han citado 26 especies, de las que cuales 10 se asocian al género *Pinus*. El presente estudio realizó en tres etapas; la primera se llevó a cabo en 5 regiones que abarcaron 10 municipios, con colectas directas de septiembre 2014 a febrero de 2015. En la segunda etapa de esta investigación se trabajó la fluctuación poblacional con trampas cebadas con feromonas por un periodo de tres años (2010–2012), donde se realizó el conteo de los *Pityophthorus* spp., atraídos por las trampas. Por otro lado, en el estudio molecular se realizó la amplificación del gen COI del ADN mitocondrial para identificación de *P. schwerdtfegeri* (Schedl) y *Pityophthorus aztecus* Bright. Se encontraron 17 especies, de las cuales nueve son nuevos registros para el estado: *P. obtusipennis* Blandford, *P. occlusus* Bright, *P. cristatus* Wood, *P. segnis subopacus* Blackman, *P. impexus* (Schedl), *P. schwarzi* Blackman, *P. spadix* Blackman, *ca P. bassetti* Blackman, *P. solatus* Wood. Se generó una clave taxonómica para el estado que incluye seis especies que, debido a su distribución, pueden estar presentes en el estado pero no se han registrado. En relación al estudio de trampas cebadas con feromonas, se obtuvieron siete especies, de las cuales *Pityophthorus cacuminatus* Blandford fue la más abundante con 719 individuos, seguida por *P. exquisitus* (Blackman) con 105 individuos y *P. schwerdtfegeri* Schedl con 22, de estas tres especies, *P. exquisitus* no está asociada a pinos. El análisis molecular se analizó mediante el método Máxima Verosimilitud, la cual refuerza que son dos especies diferentes, además de su diferenciación morfológica.

Palabras Clave: Descortezadores, morfología, hospederos, taxonomía.

GENUS *Pityophthorus* spp. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE: SCOLYTINAE) IN PINE  
FOREST OF JALISCO

SARA GABRIELA DÍAZ RAMOS, M. en C.  
Colegio de Postgraduados, 2016.

**ABSTRACT**

The genus *Pityophthorus* (Curculionidae: Scolytinae) is distributed in tropical and subtropical areas, mainly in North and Central America (conifers), usually establishing in dead branches, in standing or windthrown trees and are considered forest pests only in isolated cases. In the state of Jalisco damages are rare, but constant; studies on taxonomy, biology and distribution in México are scarce. This genus has 385 species in the Nearctic and Neotropical region, for Mexico 131 species are known. In the state of Jalisco 26 species are previously known, including 10 which are associated with *Pinus*. This study was conducted in three phases, the first was done in five regions covering 10 municipalities of the state; collecting was done from September 2014 to February 2015. In the second part, population fluctuation with 10 traps were baited with pheromone for a period of three years, 2010 – 2012 was studied, the species of *Pityophthorus* identified and quantified. In the third component, a molecular study was done on the amplification of COI the mitochondrial DNA of *Pityophthorus schwerdtfegeri* (Schedl) and *Pityophthorus aztecus* Bright. 17 species were found, of which nine are new records for the state: *Pityophthorus obtusipennis* Blandford, *P. occlusus* Bright, *P. cristatus* Wood, *P. segnis subopacus* Blackman, *P. impexus* (Schedl), *P. schwarzi* Blackman, *P. spadix* Blackman, *P. cabassetti* Blackman, *P. solatus* Wood. A taxonomic key was made and six species were added that could be found in the state (but are not recorded yet). In the study of baited traps with pheromones, seven species were identified of which *Pityophthorus cacuminatus* Blandford was the most abundant with 719 individuals, followed by *P. exquisitus* (Blackman) with 105 individuals and *P. schwerdtfegeri* Schedl with 22 during the three years period, *P. exquisitus* is not associated with pine. The molecular analysis was done using Maximum Likelihood method, which reinforces that they are two different species, and morphological different.

Keywords: bark beetles, morphology, host, taxonomy

## 1. INTRODUCCIÓN

Los insectos descortezadores (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) son uno de los grupos más diversos de los Scolytinae; se encuentran distribuidos en casi todo el mundo y se asocian a una gran variedad de plantas. Algunos insectos descortezadores arriban en árboles débiles que fueron afectados por nevadas, incendios, sequías, recién muertos o atacados por descortezadores primarios. Desde el punto de vista ecológico, son considerados ingenieros de los ecosistemas porque intervienen en la regeneración del bosque, apertura del dosel, incorporación de materia orgánica, regulación y sucesión vegetal (Cibrián, et al., 2005, Burgos y Equihua, 2007, Müller, et al., 2008, Raffa et al., 2015). Algunas especies de descortezadores provocan serios daños en plantaciones, bosques naturales, y cultivos agrícolas. Dado que algunos presentan asociación con microorganismos, particularmente hongos, estos son transmitidos al momento de colonizar al hospedero. Los descortezadores se establecen por dos razones: producción y alimentación, dentro. En su alimentación presentan diferentes hábitos alimenticios; como son xilófagos, mielófagos, xilomicetófagos, espermatófagos y fleófagos, y muestran una distribución espacial en el hospedero que va de raíz hasta ramillas (Atkinson y Equihua, 1986, Burgos y Equihua, 2007, Wilkinson & Haack, 1987). Dentro de los que afectan ramillas se encuentra el género *Pityophthorus* Eichhoff, considerado un descortezador verdadero por sus hábitos alimenticios, algunos son mielófagos (Bright, 1981). En México los estudios sobre este género son escasos; Cibrián, et al., (1995) menciona daños aislados en diferentes especies de coníferas. La falta de inventarios faunísticos de las especies mexicanas de descortezadores secundarios adquiere importancia ecológica y taxonómica, por lo que esta investigación se centró en los siguientes objetivos:

### **Objetivo general**

Estudiar las especies del género *Pityophthorus* asociadas a especies de *Pinus* en regiones templadas del estado de Jalisco.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar las especies presentes en Jalisco asociadas al género *Pinus* y generar una clave para su identificación.
2. Estudiar la fluctuación poblacional de especies del género presentes en el Bosque la Primavera colectados mediante trampas Lindgren cebadas con feromonas.

3. Realizar un estudio molecular de las dos especies más comunes asociadas a médulas de ramillas de pino.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 Situación taxonómica**

Este género se encuentra dentro del Orden Coleoptera, Suborden Polyphaga, Superfamilia Curculionoidea, Familia Curculionidae, Subfamilia Scolytinae, Tribu Scolytini, Subtribu: Pityophthorina y Género *Pityophthorus*.

El género *Pityophthorus* fue descrito en 1864 por Eichhoff e incluía solo dos especies bajo otro género, *lichtensteini* Ratzeburg y *microphagus* Linnaeus. En el trabajo realizado por Swaine en 1918 (Canadian Bark Beetles) menciona 26 especies que seguían con su concepto de *Pityophthorus* y con las mismas especies. Blackman (1928) como excepción tomó a *Myeloborus* como un nuevo género, que posteriormente fue removido a *Pityophthorus* nuevamente. Bright (1981) en su monografía describe el género como *Pityophthorus* y tres subgéneros, *Ganotholephtus* Blackman, *Hypopityophthorus* Bright (como nuevo subgénero). *Pityophthorus* sigue siendo el subgénero más abundante con 385 especies a nivel mundial; se encuentra mayormente en la región Neártico y Neotropical (Hulcr, *et al.*, 2015).

### **2.2 Morfología**

Son de cuerpo alargado, cilíndrico con una longitud de 1.4 a 3.4 mm, los adultos son de color café rojizo a un color café oscuro, frente usualmente con dimorfismo sexual, machos cóncavos con carinas variables, hembras cóncavas a convexas con mechón de setas o carinadas; ojos elongados emarginados para inserción de la antena. Antena con funículo de cinco segmentos, mazo antenal aplanado con suturas esclerosadas ovaladas a semicirculares y en algunos casos rectas. Pronoto en su mayoría presenta una elevación a la mitad y en la parte anterior de la cima con asperidades que pueden ser concéntricas o aleatorias, en la parte posterior de la elevación puede ser liso, reticulado o punteado, el margen anterior del pronoto con dentículos. Élitro con margen suaves y redondeados, ápice redondeado o acuminado, declive convexo a fuertemente bisurcado con interestrías 1 y 3 variables y granuladas.

### 2.3 Biología del insecto

Las especies de este género se les puede encontrar bajo la corteza o en la médula de las ramitas, en ramas o troncos de coníferas, latifoliadas y enredaderas; el primero en colonizar al hospedero es el macho formando un cámara grande e irregular (cámara nupcial), después llegan de tres a cinco hembras y se lleva a cabo el apareamiento; construyen un sistema de galerías individuales alrededor de la cámara central, (Bright, 1981; Cibrián *et al.*, 1995). Dallara (1997) menciona que en la especie *Pityophthorus setosus*, la hembra es la que inicia el arribo al hospedero sano de *Pinus radiata*, y presenta un sistema intermedio entre poliginia y monoginia, aunque en general presentan una diversidad en el sistema de apareamiento que incluye poliginia, partenogénesis y monoginia (Bright, 1981; Deyrup y Lawrence, 1983). La forma de las galerías que se han observado es en forma de estrella dentro de médula de ramillas. (Bright, 1981).

Los huevos son depositados en paredes de la galería en pequeños espacios preparados libres de excremento (Bright, 1981). Las hembras forman nichos en forma de “U”, depositan un huevo por cada espacio que son cubiertos de excremento mezclado con aserrín para evitar depredación y desecación (Avery, 2013). Se pueden observar dos tipos de galerías; la principal es en forma de estrella en la región del cambium y el otro tipo de galería es en la médula. Las galerías ocurren en ramillas delgadas; el macho las inicia y continúa la hembra para colocar huevos en las paredes. Cuando emergen las larvas se alimentan del floema o médula. El número de huevos varía entre especies; por ejemplo *Pityophthorus orarius* deposita uno o dos, pero *P. confertus* puede depositar alrededor de 15 huevos por galería.



**Figura 1.** Oviposición de *Pityophthorus*.

Las larvas tienen forma de “C” subcilíndricas, carecen de patas, de colores claros y poseen 3 o más pliegues en a cada segmento abdominal, la cabeza es esclerosada y pigmentada. Mandíbulas cortas y fuertes. En los escolitinos los instares larvales son dos a cinco; en *Pityophthorus micrographus* L. y *P. orarius* Swaine, se han reportado tres instares larvales, mientras que en *P. confertus* se reportan solo dos (Dallara *et al.*, 2012). La pupa es exarata y se colocan al final de las galerías larvales (Bright, 1981).

## **2.4 Fluctuación poblacional**

La dinámica de población se define como un cambio en dispersión, abundancia y tiempo, y ayuda a comprender cuando una población aumenta o declina en tiempo y espacio pueden influir de manera directa o indirecta los factores bióticos y abióticos así como la disponibilidad de alimento. La fluctuación tiene un vital interés para desarrollar planes de manejo en plagas (Weed *et al.*, 2015; Capetillo-Concepción *et al.*, 2014; Navarro y Liendo, 2010). Por esto, el uso de trampas cebadas con feromonas es una alternativa para para el monitoreo. La ecología química juega un papel importante y complejo por las señales producidas por los descortezadores para localizar al hospedero. Algunas especies responden bien al monoterpeno alfa-pineno, que es un componente principal de las coníferas (Macias-Samano *et al.*, 2014). En California, en las especies *Pityophthorus pubescens*, *P. setosus*, *P. carmeli* se ha estudiado la respuesta a semioquímicos, con feromona específica para el género, dado que estas tres especies son vectores del cancro resinoso en especies de *Pinus* (Bonello *et al.*, 2001; López *et al.*, 2013).

## **2.5 Estudio molecular**

La identificación de especies tradicionalmente se realiza mediante el uso de morfología externa con claves dicotómicas y sigue siendo la herramienta mayormente utilizada para la separación de insectos; sin embargo, cuando hay dificultad para la separación de especies (particularmente en especies muy parecidas morfológicamente), actualmente se utiliza la identificación molecular con la secuenciación de ADN; puede incluso llevarse a cabo con una región corta (Hulcr *et al.*, 2015). Hebert *et al.*, (2003) propone un sistema de identificación molecular conocida como código de barras genético, el cual brinda una precisa y rápida identificación por medio de regiones cortas de genes estandarizados de algún espécimen. Esas secuencias pueden verse como etiquetas genéticas que están presentes en cada célula de cada especie y tiene un código de barras genético. Para

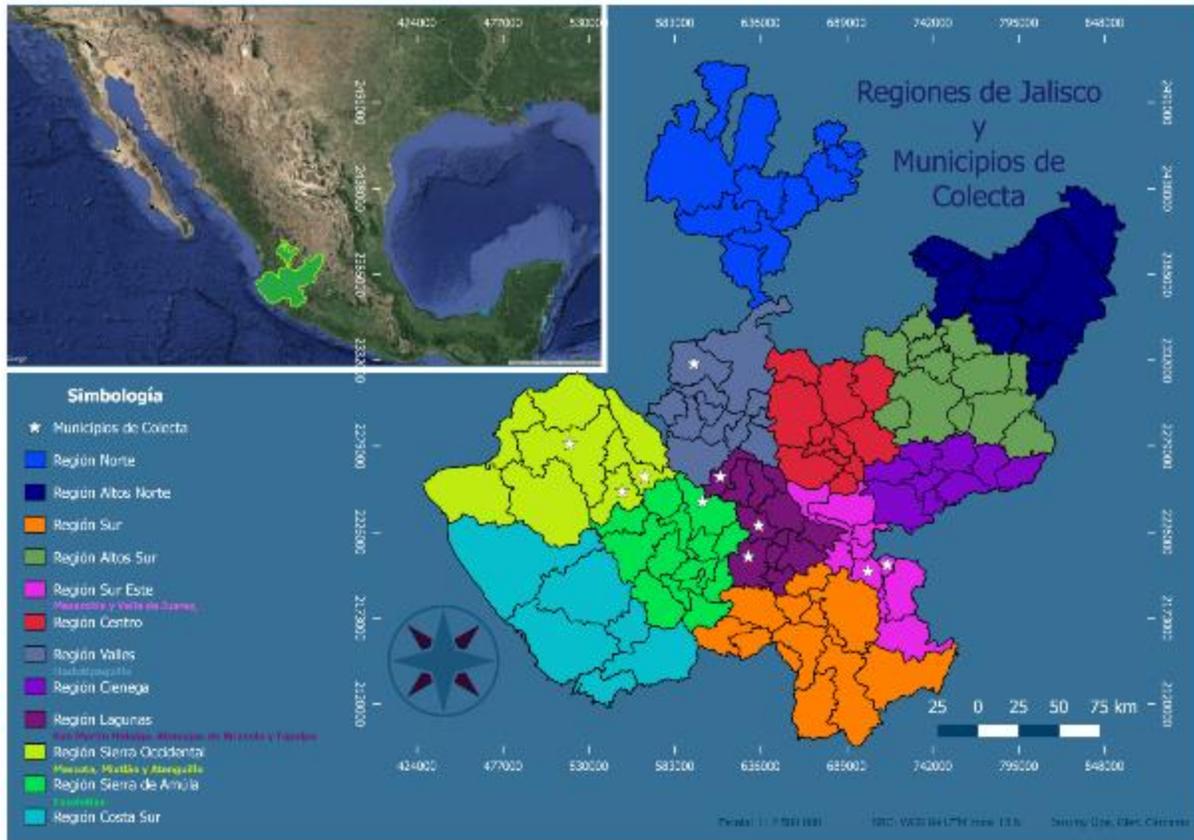
insectos el que se utiliza con mayor frecuencia en el citocromo oxidasa I (COI) y en especial la región de barras para la vida, por la capacidad que tiene para la separación dentro y entre especies. Debido a que es un gen conservado en la mayoría de los organismos, es una región codificante, con alta capacidad de cambio, en donde las inserciones y deleciones son raras (Torres 2012). Otra región de la mitocondria que también se ha utilizado para fines taxonómicos de coleóptero es Citocromo b (Cytb) es una región del ADN mitocondrial y puede ser insuficiente para permitir la diferenciación inequívoca de las especies pero pertenecen al mismo género. Unas pocas regiones de secuencias muestran variabilidad considerable y por lo tanto son valiosas para determinar la distancia filogenética entre especies (Esposti, *et al.*, 1993).

El gen Citocromo Oxidasa I, ha sido exitoso para la identificación de especies de un gran número de taxas, sin embargo, muchas especies mexicanas no están representadas en ésta bases, lo que en ocasiones es una limitante y se requiere de mayor trabajo en esta área. Los escolitinos que se han trabajado con este gen para separación de morfotipos son *Dendroctonus frontalis* (Armendáriz-Toledano *et al.*, 2014), *Conophthorus* (Cognato *et al.*, 2005), y *Pityophthorus* varias especies que son vectores del cancro resinoso como *Pityophthorus junlandis* (Rugman-Jones *et al.*, 2015).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Ubicación del área de estudio**

El presente trabajo se realizó en cinco regiones del estado de Jalisco en zonas templadas de pino (Figura 2). La temperatura media anual es de 20 °C con una mínima 7 °C y una máxima 23 °C., con una precipitación promedio de 1000 mm.



**Figura 2.** Ubicación de localidades de colecta directa en el estado de Jalisco.

### 3.2 Colecta del material vegetal y entomológico

Para la obtención del material entomológico. Se seleccionaron 6 regiones de pino de las 12 que presenta Jalisco: Sierra Occidental (Mascota, Talpa de Allende y Atenguillo), Región Valles (Hostotipaquillo) Sierra de Amula (Sierra de Quila), Región Sur (Tapalpa y Atemajac de Brizuela), Región Sureste (Mazamitla) y Región Centro (Bosque la Primavera), a donde se realizaron cuatro salidas de campo. La colecta del material vegetal fue directa, para asegurar que él insecto estaba presente, se seleccionaron ramillas con síntomas de daño como el color amarillento o verde alimonado, presencia de pequeñas bolitas de resina con signos de orificios de entrada o salida de insectos. Las ramillas eran depositadas en bolsas ziploc de 30x40 cm etiquetadas, esto se hizo en todos los sitios. Se identificaba el hospedero y se tomaba la muestra. El material se transportó al laboratorio de Entomología Forestal del posgrado de Fitosanidad del Colegio de Postgraduados y al laboratorio del Departamento de Madera Celulosa y Papel para su posterior separación e identificación.

### **3.2.1 Trabajo de laboratorio**

Algunos adultos fueron recolectados de las ramitas y en el caso de detectar la presencia de larvas, las ramillas se colocaron en cámara de emergencia, que consistían en tubos de diferentes dimensiones cerrados y como única salida un frasco para colectarlos cada semana se retiraban de los frascos y colocados en tubos eppendorf de 2ml con alcohol al 70%. Se registraron los adultos emergidos.

### **3.2.2 Determinación el material entomológico**

Para la identificación taxonómica de las especies se utilizaron las claves de Bright, 1981 y Wood (1982) y fue necesario comparar con algunos de los ejemplares de la colección entomológica del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo y de Bosques de la Universidad Autónoma de Chapingo en Bosques (UACHB). Para la corroboración de las especies se trabajó con el Dr. Atkinson en la colección en la Universidad de Texas y Texas A&M University

### **3.2.3 Preparación de genitalias**

Se trató en lo posible estudiar la hembra y macho de cada especie (cuando se tenían ambos). A cada espécimen se les retiró el abdomen y se colocó en un tubo eppendorf con hidróxido de potasio al 10% (KOH), posteriormente se maceraron en un termoblock (Accu Block, Digital Dry Bath) entre 20 a 25 minutos a 80° C, se lavaron con agua y alcohol al 70% y se separaron los tergos de esternones. Las genitalias se colocaron en portaobjetos con una gota de glicerina. Para la toma de las imágenes fotográficas se utilizó epiiluminación en un microscopio Rossbach-MH-11T con una cámara Canon 50D. Las imágenes se capturaron en varios planos de foco que luego se unieron con el programa CombineZP y se editaron con el programa GIMP 2.8.14. Esto se realizó para todas las especies colectadas.

## **3.3 Trampas cebadas con feromonas**

Esta fase del estudio se realizó en el Campo Experimental Bosque Escuela (CEBE), en Cuxpala, Tala, Jalisco, que se localiza en la parte suroeste dentro del área protegida flora y fauna La Primavera, ubicado en una latitud-20.582912° y longitud-103.632282° y una altitud entre los 1350 -1580 msnm. El tipo de vegetación que se presenta son bosque encino-pino, bosque tropical

caducifolio, pastizal natural, vegetación acuática y subacuática y plantaciones de pino establecida desde hace 30 años con una superficie aproximadamente de 10 Ha.

La red de monitoreo para descortezadores se estableció de enero de 2010 a diciembre de 2012. Se establecieron 10 trampas Lindgren de 8 embudos, cebadas con feromona de agregación frontalina comprada en Phero Tech y la kairomona (alfa-pineno). El bote receptor de insectos contenía alcohol etílico al 70%. La ubicación de las trampas fueron: 5 en plantaciones de *Pinus douglasiana*, *P. oocarpa* *P. devoniana* y 5 en bosque natural encino-pino. Las trampas se colocaron a una altura de 3 m, y la distancia entre ellas fue 300 a 400 mts. La recolección de los insectos se realizó quincenalmente. Los especímenes fueron colocados en alcohol al 70% para su conservación e identificación posterior. La feromona y la kairomona se remplazaron mensualmente.

Realización de gráficas: Con la información mensual de la captura de insectos del género *Pityophthorus* y la temperatura promedio mensual (datos proporcionada por Comisión Nacional del Agua. Gerencia regional Lerma Santiago Pacifico. Estación Tala) se generaron gráficas correspondientes a las fluctuaciones de las especies capturadas para los periodos 2010–2012.

### 3.4 Estudio molecular

Las especies utilizadas para la identificación molecular fueron *Pityophthorus aztecus* Bright y *Pityophthorus schwerdtfegeri* (Schedl), (Cuadro. 1)

**Cuadro 1.** Especies a las cuales se realizó el estudio molecular.

Especie	Localidad	Hospedero	Altitud	Tipo de conservación
<i>P. schwerdtfegeri</i>	Bosque La Primavera	<i>P. oocarpa</i>	1547 msnm	OH-100 %
<i>P. schwerdtfegeri</i>	Mazamitla	<i>P. devoniana</i>	2202 msnm	OH-100 %
<i>P. schwerdtfegeri</i>	Tapalpa	<i>P. devoniana</i>	2163 msnm	OH-100 %
<i>P. aztecus</i>	Talpa de Allende	<i>P. douglasiana</i>	1809 msnm	OH-100%

### 3.5 Extracción de ADN

El ADN de los *Pityophthorus* se obtuvo a partir de nueve especímenes de cada especie, cada individuo se colocó de manera individual en tubos de 1,5 ml. Estos insectos fueron macerados en 50 µl de resina Chelex® BIO-RAD, siguiendo el protocolo descrito por WangBo *et al.*, (2010). Para la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) se trabajó con los genes Citocromo Oxidasa I

(COI) con el iniciador LCO 1490 (5'-GGTCAACAAATCATAAAGATATTGG-3') y el contrasentido HCO 2198 (5'-TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAATCA-3') (Hebert *et al.*, 2003) y Citocromo B (CitB), con el iniciador (5'-TATGTACTACCATGAGGACAAATATC-3') y el contrasentido (5'-ATTACACCTCCTAATTTATTAGGAAT-3') (Romero-Nápoles y Segura-León, 2015).

Para realizar el PCR se usó el GoTaq® Colorless Master Mix, que es una solución premezclada, se usaron 12.5 µl de buffer de reacción por muestra y 2.5 µl de cada uno LCO 1490 y HCO 2198 y 4.5 µl de agua trealosa y de DNA 3µl. El volumen final fue de 25 µl. Las condiciones de amplificación fueron 95 °C por 2 minutos, seguido por 29 ciclos a 95 °C por 30 segundos, la temperatura de alineamiento fue 51 °C por 50 segundos, 72 °C por 1 minuto y finalmente 72 °C por 5 minutos de extensión para terminar en 4 °C. Para Citocromo B las condiciones de amplificación fueron las fueron similares a las de COI, excepto en la temperatura de alineamiento de que en este caso fue de 50 °C. Para la reacción se usó un termociclador Biometra Tpersonal®. Para confirmación de la amplificación se hizo electroforesis con gel de agarosa al 1%, las amplificaciones positivas se enviaron para a secuenciar en ambos sentidos a la compañía Macrogen Korea.

Las secuencias fueron analizadas para ver la calidad de las secuencias y la formación de la proteína con Sequencher 5.4.1 (GeneCodes), para el análisis filogenético se obtuvieron 10 secuencias del género *Pityophthorus* y 1 del género *Gnathotrichus* del NCBI- GenBank-nucleotide base. Las secuencias resultado de esta investigación y las del banco de genes se alinearon con Clustal W, se realizó la búsqueda del mejor modelo de sustitución de nucleótidos, y la reconstrucción de la filogenia con base en Máxima verosimilitud con el modelo resultado de la prueba anterior y con 500 repeticiones de bootstrap para el soporte de las ramas, todas implementadas en MEGA.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 El género *Pityophthorus* en el estado de Jalisco, México.

De la colecta directa realizada en seis regiones forestales visitadas del estado de Jalisco se determinaron un total de 17 especies de *Pityophthorus*, de las cuales diez han sido previamente citadas (Bright, 1981; Wood, 1982; Burgos-Solorio y Equihua, 2007). En el presente estudio solo se encontraron ocho especies de las 10 previamente conocidas. Se reportan nueve registros nuevos para el estado de Jalisco (Cuadro 2). En el mismo cuadro también se incluyen los datos de sus hospederos y su distribución en el estado.

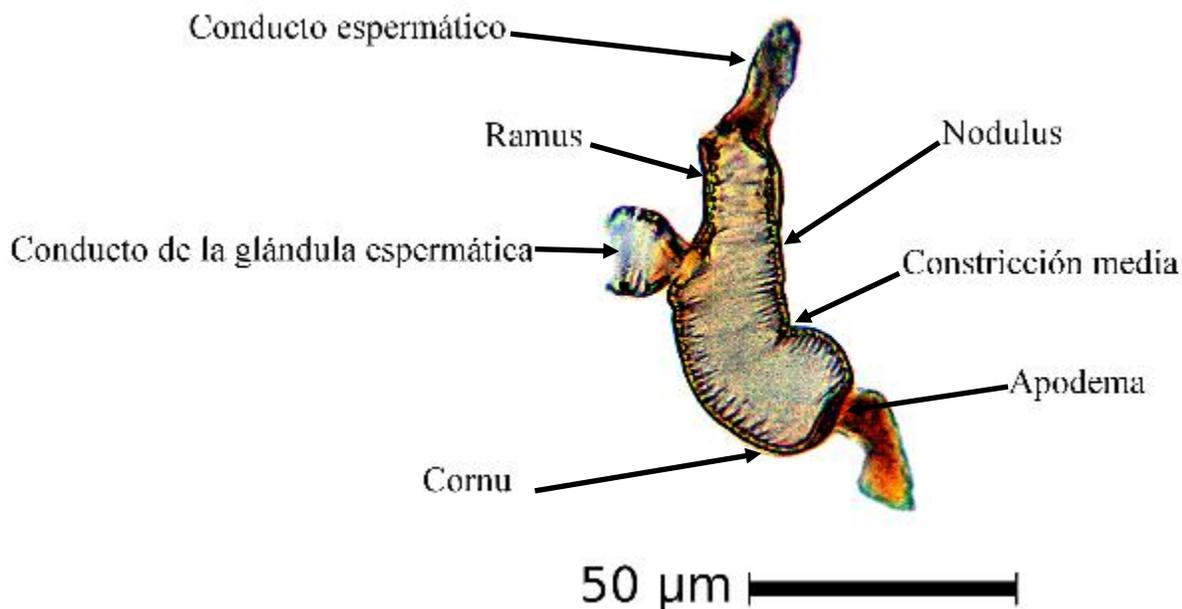
**Cuadro 2.** Especies de *Pityophthorus*, hospedero y localidad registradas para el estado de Jalisco en el 2014-2015.

<b>Especie</b>	<b>Hospederos</b>	<b>Localidad</b>
<i>Pityophthorus obtusipennis</i> Blandford*	<i>P. praetermissa</i> , <i>P. georginae</i>	Atenguillo y Hostotipaquillo
<i>P. occlusus</i> Bright*	<i>P. georginae</i>	Atenguillo
<i>P. schwerdtfegeri</i> (Schedl)	<i>P. devoniana</i> , <i>P. leiophylla</i> , <i>P. oocarpa</i> , <i>P. douglasiana</i> , <i>P. lumholtzii</i>	Mazamitla, Mascota, Tapalpa y Tala
<i>P. aztecus</i> Bright	<i>Pinus douglasiana</i>	Talpa de Allende
<i>P. cristatus</i> Wood*	<i>P. jaliscana</i> , <i>P. lumholtzii</i> , <i>P. montezumae</i>	Sierra de Quila y Talpa de Allende
<i>P. sapineus</i> Bright	<i>P. douglasiana</i> , <i>P. oocarpa</i>	Mascota, Tapalpa y Tala
<i>P. impexus</i> (Schedl)*	<i>P. leiophylla</i>	Tapalpa
<i>P. segnis subopacus</i> Blackman*	<i>P. georginae</i> , <i>P. devoniana</i>	Tapalpa y Atenguillo
<i>P. scabridus</i> (Schedl)	<i>P. douglasiana</i> , <i>P. luzmariae</i>	Mascota
<i>P. schwarzi</i> Blackman*	<i>P. leiophylla</i>	Atemajac de Brizuela y Tapalpa
<i>P. confusus</i> LeConte	<i>P. douglasiana</i>	Sierra de Quila
<i>P. annectens</i> LeConte	<i>P. herrerae</i> , <i>P. douglasiana</i>	Sierra de Quila
<i>P. spadix</i> Blackman*	<i>P. leiophylla</i> , <i>P. oocarpa</i>	Mazamitla y Tapalpa
<i>P. cacuminatus</i> Blandford	<i>P. oocarpa</i> , <i>P. devoniana</i>	Mascota, Tapalpa y Tala
<i>ca P. basseti</i> Blackman*	<i>P. devoniana</i> , <i>P. douglasiana</i>	Mascota y Tapalpa
<i>P. cuspidatus</i> Blackman	<i>P. douglasiana</i> , <i>P. leiophylla</i>	Mascota y Atemajac de Brizuela
<i>P. solatus</i> Wood*	<i>P. douglasiana</i>	Mascota y Tapalpa

\*Nuevos registros para Jalisco

Dentro del Cuadro 2 están representados 9 grupos de los 43 mencionados por Bright (1981) en su monografía sobre el género *Pityophthorus*. La información sobre algunas especies proviene de las primeras colectas en México realizadas en los 60's, sucede lo mismo con las mencionadas por Wood (1982). De los nuevos registros estatales, el primer grupo es *Obtusipennis* con dos especies. *Pityophthorus obtusipennis* reportado por Wood (1982) y Bright (1981) en cinco estados, desde una altitud de 800 a 2300 msnm. En Jalisco se encontró de 1421 a 1530 msnm. Bright (1981) y Wood (1982) mencionan que el dimorfismo sexual lo presentan en el declive elitral, donde la tercera interestría del macho es más elevada que la hembra; sin embargo en este trabajo se observó que la frente del macho es aplanada, tiene menos setas que la hembra y lleva un diente pequeño sobre el epistoma, por lo que este dato se agregó como carácter diferencial en la clave taxonómica.

Dentro del mismo grupo, *Pityophthorus occlusus* fue colectada por Wood en Nayarit en 1965, y en Oaxaca en 1967 en *Pinus* sp. En el 2015 se colectó de *Pinus georginae* a 1530 msnm. Bright (1981) menciona que el dimorfismo sexual lo presentan en la segmentación abdominal, pero se observó que el macho no presenta callo en la frente, sino que lleva un pequeño diente que va del epistoma a la mitad de los ojos. Estas dos especies presentan diferencias en el tamaño; *Pityophthorus occlusus* es más pequeño. Por otro lado, la espermateca *P. occlusus* tiene el ramus más corto (Figura 6) que *P. obtusipennis* (Figura 5).



**Figura 3.** Morfología de la espermateca de *Pityophthorus sapineus* Bright.

*Pityophthorus schwerdtfegeri*. Bright en 1981, Wood en 1982 y Atkinson, T.H. 2016. Barkbeetles.info. <http://www.barkbeetles.info/index.php>. (Consultado 9 de enero, 2016). Lo reportan con una amplia distribución en México, con una altitud que va desde los 1300 msnm hasta los 2336 msnm. En Jalisco, Burgos-Solorio y Equihua (2007) lo mencionan sin localidad específica en *Pinus* spp., y Bright dentro de su monografía lo menciona como descortezador de floema y de médulas que ataca ramillas sanas. Cibrián *et al.*, 2005 indican que es un descortezador común de ramillas. Presenta un dimorfismo sexual muy marcado, la frente del macho es bicóncava, le frente de la hembra con setas cortas en toda la frente.

Para *Pityophthorus aztecus* Bright (1981), Wood (1982) y Cibrián *et al.*, (1995) reportan su distribución de Coahuila a Veracruz a una altitud de 2226 msnm a 3600 msnm. Esta especie fue reportada en Jalisco por Burgos y Equihua, (2007) sin localidad específica; en este trabajo se encontró a una altitud de 1809 msnm. Puede atacar hospedantes débiles de diferentes edades, arbolitos desde 2 m hasta individuos de 30 m. Morfológicamente el macho de *Pityophthorus aztecus* presenta una carina longitudinal elevada, desde el epistoma hasta el nivel de los ojos, no presenta setas, la hembra tiene un callo sobre el epistoma; es muy parecido a *P. schwerdtfegeri* además de que ambos barrenan médulas de ramillas, las hembras son muy parecidas, lo que dificulta la separación cuando no hay machos, sin embargo la espermateca de *P. aztecus* presenta

una constricción media más marcada que *P. schwerdtfegeri* (Figura 9), y el apodema de *P. aztecus* es más alargado (Figura 11).

En el caso de *Pityophthorus cristatus* (nuevo registro para Jalisco), se distribuye en casi todo el país (Base de datos Atkinson, 2016). Se encuentra en altitudes de 1981 a 2700 msnm; es única especie del grupo *Cristatus*. Morfológicamente es muy diferente a todas las especies, ya que presenta el declive oblicuo (Figura 13).

La especie *Pityophthorus sapineus* fue reportada por Bright (1981) en Atenquique Jalisco en 1981. Otros estados donde se reporta son Puebla y México, aunque el dato específico de su distribución solo se tiene para Jalisco. Se encontró en tres regiones más con sus hospederos. Esta especie presenta el típico dimorfismo sexual en la frente; la hembra presentan un mechón de setas y el macho carece de ellas, aparte el declive de la hembra es lustroso y escaso de setas y el macho también es lustroso pero a diferencia de la hembra presenta pequeños gránulos y setas gruesas y cortas en la segunda interestría.

Del grupo *Segnis* se reportan dos especies como nuevos registros para el estado de Jalisco. *Pityophthorus segnis subopacus* se reporta por Bright (1981) de seis estados, mientras que Atkinson (base de datos, 2016) lo reporta de 11 estados, desde Durango hasta Veracruz. Bright (1981) taxonómicamente ubica a *P. segnis subopacus* como una subespecie; la separa de *Pityophthorus segnis segnis* por el declive elitral con puntuaciones grandes al azar. Wood (1982) solo lo menciona hasta especie. El dimorfismo sexual entre hembra y macho está en la frente; la hembra presenta un pequeño diente sobre el epistoma (Figura 26). Dentro de los hospederos, Bright (1981) menciona que puede encontrarse en *Pinus* spp., o *Pseudotsuga menziesii*.

*Pityophthorus impexus* se reporta por Bright (1991) de Durango, México y Michoacán, desde una altitud 2300 a 3170 msnm. Se distingue de *P. segnis subopacus* por tener aplanado el declive y con abundantes setas.

Del grupo *Blandus* se colectó *Pityophthorus scabridus*. Según Wood (1982) presenta una distribución desde Nayarit a Honduras a una altitud de 1390 a 2850 msnm, y en Jalisco lo reportó en el año 1953 sin hospedero. Presenta dimorfismo sexual; el macho tiene una carina longitudinal hasta el nivel de los ojos, la hembra tiene setas en toda la frente, también en el declive elitral el

macho presenta la tercera interestría más elevada (Figura 21), aunque se tiene hembra y macho, la espermateca se perdió, por lo que no aparece en la Figura 21.

*Pityophthorus schwarzi* (nuevo registro para Jalisco) pertenece al grupo Crassus. La distribución va desde Estados Unidos hasta Veracruz Bright (1981); se le encuentra desde los 1768 a 2572 msnm. El dimorfismo sexual de la hembra es un mechón de setas en la frente, tercera interestría del declive con pequeños gránulos y setas, la frente del macho lleva un diente que no sobrepasa el nivel de los ojos y la tercera interestría con gránulos y abruptamente elevada (Figura 23).

El grupo Confusus presenta dos especies que ya estaban reportadas para el estado de Jalisco (Bright, 1981, Wood, 1982, Burgos-Solorio y Equihua, 2007). A *Pityophthorus confusus* Bright (1981) lo separa en dos subespecies; la subespecie *P. confusus confusus* y *P. confusus bellus* y reporta a *P. confusus bellus* para Jalisco, sin embargo Wood (1982) lo reporta como *P. confusus* del mismo lugar así como Burgos-Solorio y Equihua (2007) reportan en Jalisco solo a *P. confusus*. En cuanto a la distribución Bright (1981) menciona a *P. confusus confusus* en Chiapas y *P. confusus bellus* en Durango Guerrero y Jalisco, pero Atkinson, T.H. 2016. Barkbeetles.info. <http://www.barkbeetles.info/index.php>. (Consultado 9 de enero, 2016) lo reconoce *P. confusus* y lo reporta en México en 1982. Se encuentra a una altitud de 1200 a 2490 msnm. La especie aquí reportada es *P. confusus*, aunque según las descripción de Bright (1981) y Wood (1982) presentan dimorfismo en frentes; sin embargo las especies encontradas en este trabajo son morfológicamente iguales, y para diferenciarlas se requirió extracción de genitales para separar macho y hembra (Figura 25), por lo que se requerirá de la colecta de más especímenes para ver si se trata de una nueva especie.

Para *Pityophthorus annectens* la distribución según Bright (1981) es desde Durango hasta Chiapas a una altitud que va de 1496 a 2451 msnm. El dimorfismo sexual se manifiesta en las frentes; la hembra presenta mechón, el declive de la hembra es fuertemente acuminado y lustroso, en cambio el macho es menos acuminado y en la primera y tercera interestría tienen gránulos pequeños con setas (Figura 27).

El grupo Confertus fue mejor representado con cinco especies. *Pityophthorus spadix* representa un nuevo registro para el estado de Jalisco. De acuerdo con Bright (1981) se distribuye de Hidalgo a Veracruz; Wood (1982) lo menciona de Chihuahua a Veracruz, a una altitud de 2040 a

2780 msnm. Esta especie es la de mayor tamaño en el presente estudio. Solo se encontraron dos hembras (Figura 28).

*Pityophthorus cacuminatus* se distribuye de Jalisco a Honduras (Bright, 1981; Wood, 1982; Burgos-Solorio y Equihua, 2007). Se le encuentra a una altitud de 800 a 2870 msnm y presenta dimorfismo sexual muy marcado. Bright (1981) y Wood (1982) describen a la hembra con un mechón de setas y el macho no lo presenta; sin embargo se observó que la hembra es fuertemente acuminada y de mayor tamaño, el macho no es fuertemente acuminado y es de menor tamaño, además el declive del macho es más setoso (Figura 30).

*Pityophthorus cuspidatus*. Bright (1981) menciona que se distribuye de Arizona a Veracruz y Wood (1982) lo reporta de Durango a Veracruz, la altitud en el que se encuentra es de 800 a 2870 msnm. Ya se había reportado en el estado en 1953 y hasta este trabajo se reportan tres regiones más. Morfológicamente presentan dimorfismo sexual en frente y en el declive; la hembra es fuertemente acuminada y lustrosa, con setas escasas, en cambio el macho no es fuertemente acuminado, setoso y con gránulos no tan juntos en la primera y tercera interestrías (Figura 34), en comparación con *P. cacuminatus* en donde los gránulos están más juntos.

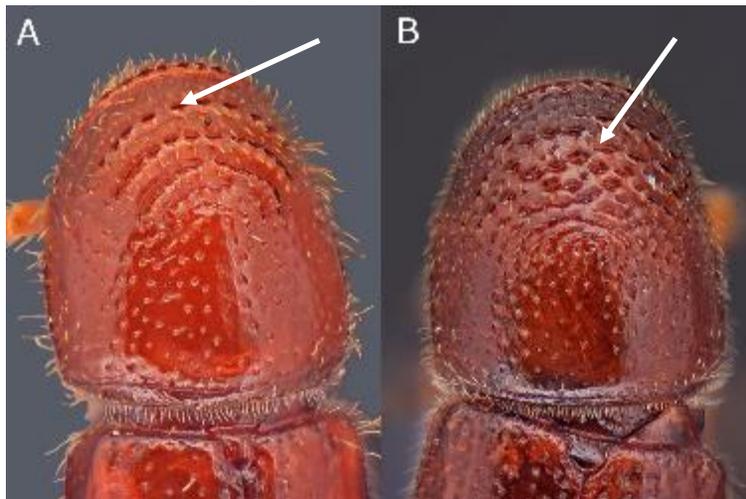
Para (ca.) *Pityophthorus bassetti* (nuevo registro para el estado) se reporta para *Picea* spp. y la especie aquí reportada es *Pinus devoniana* y *Pinus douglasiana* a una altitud de 1393 y 1906, y es reportado solo en el estado de Chihuahua en *Picea chihuahuana* (Wood, 1982), Atkinson comenta que no es común que este descortezador tenga como hospedero dos géneros (comunicación personal, 2015), lo que hasta no contar con más especímenes quedará en esta especie. Presenta dimorfismo sexual; la frente de la hembra tiene el típico mechón y declive elitral fuertemente acuminada e interestría uno sin gránulos, solo al final del ápice, en cambio el macho tiene frente sin mechón con una ligera elevación en la parte media y declive elitral setoso con gránulos en interestría tres y la interestría uno con dos o tres gránulos.

*Pityophthorus solatus*. Este es un nuevo registro para el estado de Jalisco. Solo se ha reportado previamente de Oaxaca en el año 1971 (Bright, 1981; Wood, 1982). Se registra en tres regiones más del estado de Jalisco a una altitud de 1906 a 2527 msnm. Presenta el dimorfismo sexual solo en la frente, el declive es similar entre hembra y macho, la primera y tercera interestrías tiene gránulos medianos (Figura 36).

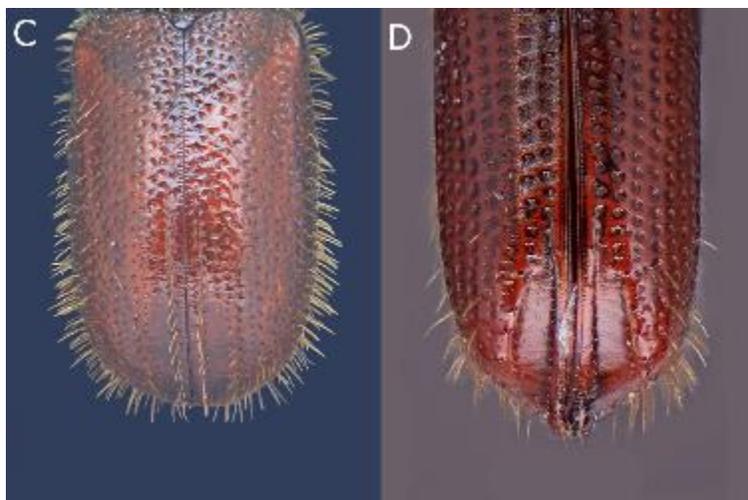
Tomando como base las 17 especies colectadas en el presente estudio se realizó una clave taxonómica. A esta clave se agregaron otras seis especies que por su distribución en el país posiblemente se encuentren en el estado. Se debe mencionar además que faltaron algunas especies de *Pinus* por coleccionar en la zona de Sur del estado.

**4.2. Claves para especies de *Pityophthorus* asociados a *Pinus* en el Estado de Jalisco (Modificado de Bright, 1981 y Wood, 1982)**

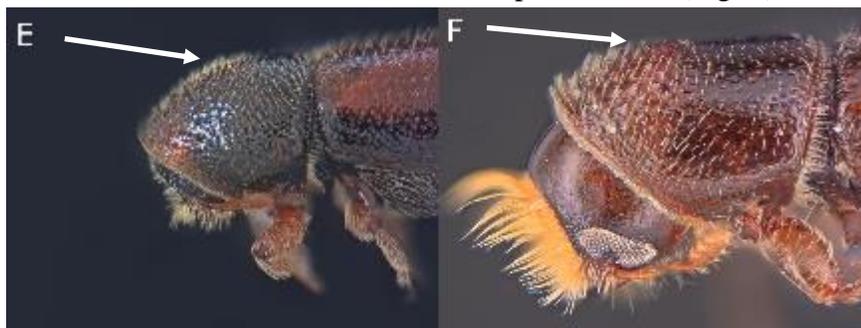
- 1. Asperezas en la parte anterior del pronoto en dos o más líneas concéntricas (Fig. A); frente del macho ya sea sin una carina definida o con una carina transversal ..... (Grupo *Obtusipennis*) ..... 2
- 1'. Asperezas en la parte anterior del pronoto no en líneas concéntricas (Fig. B); frente del macho usualmente con carina, puede ser longitudinal o transversal..... 3



- 2. (1) Longitud entre 1.9 a 2.2 mm; frente de ambos sexos plana y con puntuaciones, macho con un diente sobre el epistoma; interestría 2 más ancha que la interestría discal, interestría 1 y 3 granulada pero más grandes en la 3, con 3 a 6 gránulos .....*obtusipennis* Blandford
- 2'. Longitud entre 1.4 y 1.8 mm; frente de la hembra con un callo por arriba de los ojos y en el macho frente con un diente pequeño del epistoma a la mitad de los ojos; interestría 1 elevada, con 5 a 6 gránulos agudos; interestría 2 plana de igual anchura que en el disco elitral y ligeramente puntuado; interestría 3 elevada, con 6 a 8 gránulos agudos.....  
..... *occlusus* Bright,
- 3. (1) Ápice elitral redondeado hasta la sutura (Fig. C); frente del macho sin carina, o una carina longitudinal, diente o un callo ..... 4
- 3'. Ápice elitral moderadamente a fuertemente acuminado (Fig. D); frente del macho con una carina transversal sobre el nivel de los ojos ..... 16



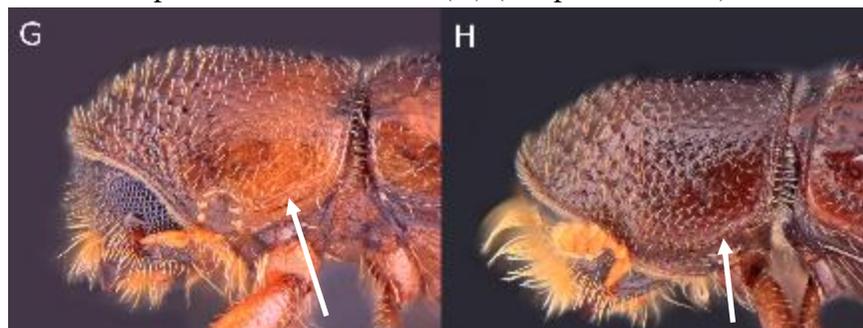
- 4. (3) Margen anterior del pronoto con 2 a 4 dentículos, los dos medios más grandes que sobresalen del margen (Grupo Deletus)..... *deletus* LeConte
- 4'. Margen anterior del pronoto con más de 4 dentículos, los medios no son más grandes que los demás o no tan evidentes ..... 5
- 5. (4) Pronoto uniformemente curvada en perfil desde el margen anterior hasta el margen posterior, sin una cima definida; pronoto aplanado (Fig. E), (Grupo Pulicarius)..... 6
- 5'. Pronoto con una cima elevada bien definida en perfil lateral (Fig. F)..... 7



- 6. (5) Frente del macho con 2 concavidades separadas por una carina longitudinal; frente de la hembra plana con puntuaciones finas, setas cortas cubriendo toda la frente ..... *schwerdtfegeri* (Schedl)
- 6'. Frente del macho nunca como la anterior, carina longitudinal baja y proyectada hacia la parte inferior y sobre el epistoma; frente de la hembra llevando un callo mediano como una pequeña elevación; ..... *aztecus* Bright
- 7. (5) Declive oblicuo, los márgenes laterales formando crestas fuertemente elevadas desde la parte superior de la interestría rodeando el declive elitral hasta el ápice; frente de ambos sexos similar, macho con una ligera carina longitudinal. (Grupo Cristatus) ..... *cristatus* Wood
- 7'. Declive convexo, margen lateral nunca como el de arriba; dimorfismo sexual de frente notable ..... 8
- 8. (7) Surcos del declive someras casi planos; estrías discales en líneas rectas y con puntuaciones finas; superficie elitral suave y brillante; interestrías más anchas que la

- estrías, suaves y lustrosas; interestría 3 de la hembra con pequeños gránulos, macho con gránulos más grandes llevando setas en ambos sexos, en macho ligeramente más elevada; frente de la hembra cóncava con un mechón de setas cortas al centro, largas y curvadas en la periferia; frente del macho con carina ligeramente longitudinal glabra con puntuaciones y setas cortas por abajo del nivel de los ojos. (Grupo Nocturnus) ..... *sapineus* Bright
- 8'. Surcos del declive variables; estrías discales con puntuaciones visibles y profundas ..... 9
9. (8) Interestría 2 con puntuaciones; declive con pendiente marcado, interestría 1 puede llevar pequeños gránulos, interestría 2 más amplia y puntuaciones igual de grandes como el disco, interestría 3 débilmente elevada; frente de la hembra glabra y con puntuaciones profundas con una carina longitudinal de longitud variable, setas cortas y dispersas; frente del macho con puntuaciones profundas por arriba el epistoma; declive con surcos más visibles. (Grupo Solus) ..... *solus* Blackman
- 9'. Interestría 2 no puntuada, frente del macho con carina longitudinal ..... 10
10. (9) Interestría 3 no elevada, gránulos pequeños en el macho, en hembras poco visible o ausentes; frente de macho, casi glabra poco punteado carina longitudinal discreta, frente de hembra variable. (Grupo Segnis) ..... 11
- 10'. Interestría 3 elevada; frente del macho lleva una carina longitudinal o un diente; frente de la hembra con setas largas o cortas ..... 12
- 11.(10) Declive convexo; surcos e interestría 1 casi iguales en anchura; frente del macho reticulada con una carina débilmente longitudinal, pocas setas o ausentes; frente de hembra plana con setas cortas y dispersas que no sobrepasan el nivel de los ojos. ....  
..... *segnis subopacus* Blackman
- 11' Declive aplanado entre interestrías 3; interestría 3 con pequeños gránulos y setas largas; frente de hembra con setas algo largas y curvadas en la periferia; frente del macho punteada lleva una carina media longitudinal con un pequeño diente en la base por encima de epistoma. .... *impexus* Bright
- 12.(10)-Longitud entre 1.3 a 1.7 mm; cuerpo no tan robusto; interestría 3 no elevada; mazo antenal casi circular, un poco más largo que ancho; frente de hembra con carina longitudinal que va del epistoma hasta sobrepasar pasar el nivel de los ojos; macho similar a la hembra. (Grupo Opaculus) ..... *festus* Wood
- 12' Longitud entre 1.7 a 2.4 mm; cuerpo robusto; mazo antenal ovalado; frente del macho con diente, callo o carina longitudinal; interestría 3 fuertemente elevada ..... 13
13. (12) Interestría declivital 3 de la misma altura que la 1 o ligeramente más alta; gránulos pequeños sobre la interestría 1 y 3; suturas de la antena ligeramente arqueado; frente del macho con carina longitudinal o un callo. (Grupo Blandus) ..... 14
- 13'. Interestría del macho más fuertemente elevada, presenta dimorfismo sexual en el declive elitral, con presentando gránulos en ambos sexos; suturas de la antena fuertes muy arqueadas, frente del macho con diente. (Grupo Crassus). .... 15
- 14 (13) Frente del macho con una subcarina lleva un callo al nivel de ojos; frente de la hembra con puntuaciones grandes en la periferia, setas largas densas del mismo tamaño, ligeramente más largas curvadas en la periferia; interestría 1 con pequeños tubérculos,

- interestría 2 ligeramente reticulada, interestría 3 levantada y con tubérculos pequeños .....  
 .....*scabridus* Schedl
- 14' Frente el macho con una carina longitudinal que va del epistoma por arriba del nivel de los ojos; asperidades de la parte anterior del pronoto erectas, agudas y dispersas, excepto 2 o 3 que pueden estar cerca de la cima; interestría 3 abruptamente elevada con 6 gránulos, interestría 2 profunda, no reticulada; frente de la hembra brillante planoconvexa con setas largas y en la periferia curvadas. ....*durus* Blackman
- 15 (13) Longitud de 1.7 a 2.4; carina del macho con un diente pequeño arriba del epistoma; frente de la hembra con setas, largas y ligeramente más largas en la periferia; cima del pronoto alta; puntuaciones de estrías e interestrías iguales y casi rectas, pueden llevar setas; declive convexo, bisurcado, interestría 1 angosta con finos gránulos, interestría 3 moderadamente elevada lleva 6 a 8 gránulos, interestría 3 del macho fuertemente elevada, con 3 a 4 gránulos.....*schwarzi* Blackman
- 15'. Longitud de 2.8 a 3.2; carina del macho fuertemente elevada a forma de diente que va por encima del epistoma arriba del nivel de los ojos; frente de la hembra punteada, excepto una pequeña zona por arriba del epistoma que puede ser un callo o una carina longitudinal corta, setas largas y ligeramente curvadas en la periferia; interestría 1 usualmente sin gránulos, interestría 2 con surcos profundos, interestría 3 de la hembra elevada más que la 1, lleva 6 a 8 gránulos grandes; interestría 3 del macho abruptamente elevada con gránulos muy unidos. ....*crassus* Blackman
16. (3) Hembra y macho con frente similar, hembra con puntuaciones con setas muy largas, macho con setas ligeramente más cortas y dispersas; puntuaciones en la parte posterior del pronoto profundas; interestría 2 ligeramente impresa y ancha. (Grupo Consimilis) .....  
 .....*discretus* Wood
- 16'. Hembra y macho con dimorfismo en la frente..... 17
- 17 (16). Margen lateral del pronoto con una ranura (G). (Grupo Confusus) ..... 18
- 17'. Margen lateral del pronto sin una ranura. (H) (Grupo Confertus) ..... 19



- 18(17) Longitud de 2.0 -2-9 mm; frente de la hembra con setas dispuestas de manera semicircular, densas y curvadas en la periferia; frente del macho con setas cortas y dispersas; interestría 1 ligeramente elevada, lleva 6 a 8 gránulos finos, interestría 3 igual que la 1 pero con una línea de finos gránulos. ....*confusus* Blandford
- 18' Longitud de 1.4 – 1.7mm; frente de la hembra con setas dispuestas de manera semicircular, más largas en la periferia y curvadas; frente del macho con puntuaciones,

- setas muy cortas casi escasas, interestría 1 moderadamente elevada con finos gránulos, interestría 2 ligeramente más amplia que el disco; interestría 3 elevada igual que la 1, con finos gránulos; ápice elitral de la hembra fuertemente acuminada. .... *annectens* LeConte
19. (17) Tamaño de 3.2 – 3.9 mm; declive profundamente surcado; interestría 1 ligeramente elevada con pequeños gránulos; interestría 2 opaca, reticulada; interestría 3 fuertemente elevada con tubérculos medianos; frente de la hembra con un pequeño callo justo por encima del epistoma; frente del macho con puntuaciones desde el epistoma hasta por encima del nivel de los ojos; interestría 2 con surcos mucho más profundos e interestría 3 fuertemente elevada con tubérculos grandes; ambos sexos con setas largas en interestriás del declive. .... *spadix* Blackman
- 19'. Longitud menor de 2.5 mm ..... 20
20. (19) Surcos del declive elitral opacos..... 21
20. Surcos del declive elitral lustrosos. .... 22
21. (20) El declive con interestría 1 ligeramente elevada lleva pequeños gránulos y setas finas, interestría 2 opaca, finamente reticulada y dos veces más amplia que el disco, interestría 3 ligeramente más alta que la 1, cerca del ápice la 1 más elevada, en machos es menor; frente de la hembra con setas por arriba del nivel de los ojos, más largas en la periferia y curvadas; frente del macho con puntuaciones hasta por encima del nivel de los ojos, setas finas, cortas y dispersas con un callo pequeño, aplanado y brillante por arriba del nivel de los ojos ..... *cacuminatus* Blandford
- 21'. El declive con interestría 1 ligeramente elevada con o sin gránulos y setas muy finas, interestría 2 opaca, reticulada y mucho más amplia que el disco; interestría 3 de la hembra por abajo del nivel de la 1, gránulos diminutos o ausentes, vestidura elitral suave y brillante, con puntuaciones estriales finas, en líneas rectas y con pequeña setas finas casi visibles, interestría 3 del macho, más elevada que la 1, con tubérculos con setas rectas .... *cuspidatus* Blandford
22. (20). .... Interestría 3 más alta que la interestría 1 lleva alrededor de 7 pequeños gránulos en la hembra y en el macho 10 gránulos más grandes, interestría 2 mucho más amplia que en disco elitral y fuertemente bisurcada, menor en la hembra, interestría 1 sin gránulos excepto cerca del ápice; interestría discal; frente de la hembra con setas en semicírculo del mismo largo no sobrepasa el nivel de los ojos; frente de macho con puntuaciones, y por arriba del nivel de los ojos una pequeña cresta lisa..... ca. *bassetti* Blackman
- 22'. Interestría 3 al mismo nivel que la interestría 1; interestriás 1 y 3 llevan alrededor de 6 gránulos con setas, en el macho son más grandes; interestría 2 mucho más amplia que el disco elitral, reticulada fuertemente bisurcada, más profunda en macho; frente de la hembra con semicírculo de setas por encima del nivel de los ojos; frente del macho con una carina arqueada por encima del nivel de ojos, superficie con puntuaciones. .... *solatus* Wood

### 4.3 Listado de especies, diagnosis y distribución

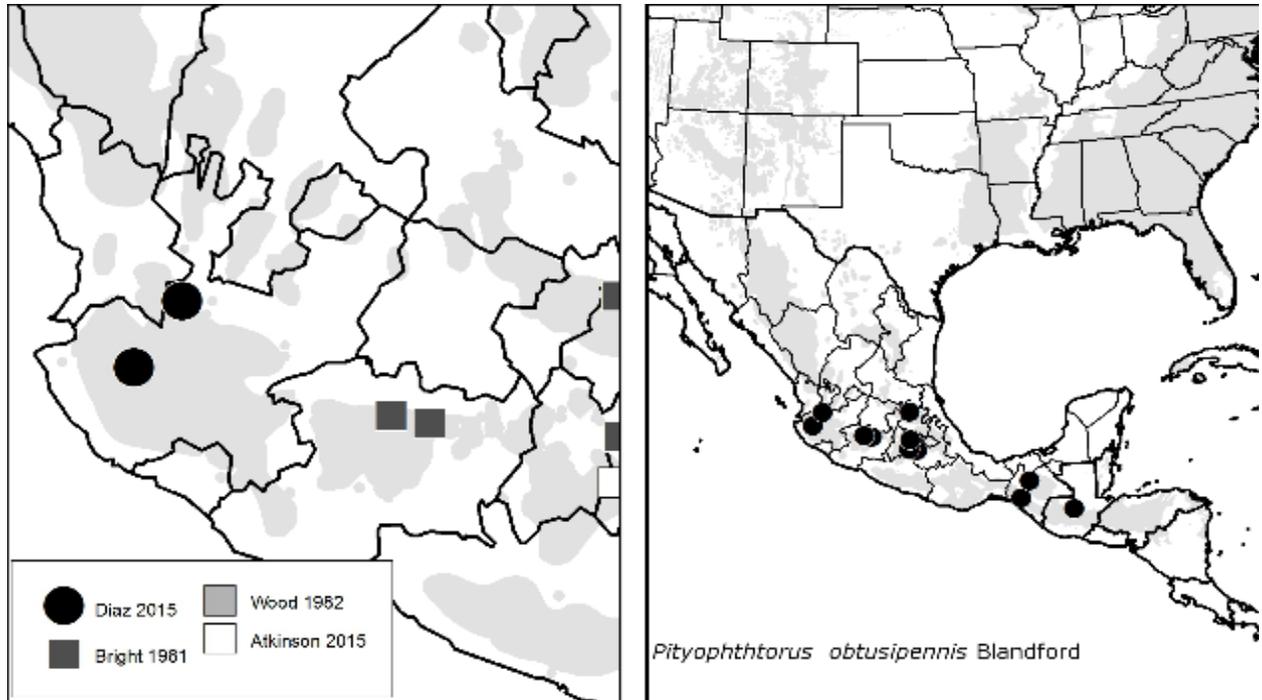
#### Grupo: *Obtusipennis*

##### 4.3.1 *Pityophthorus obtusipennis* Blandford

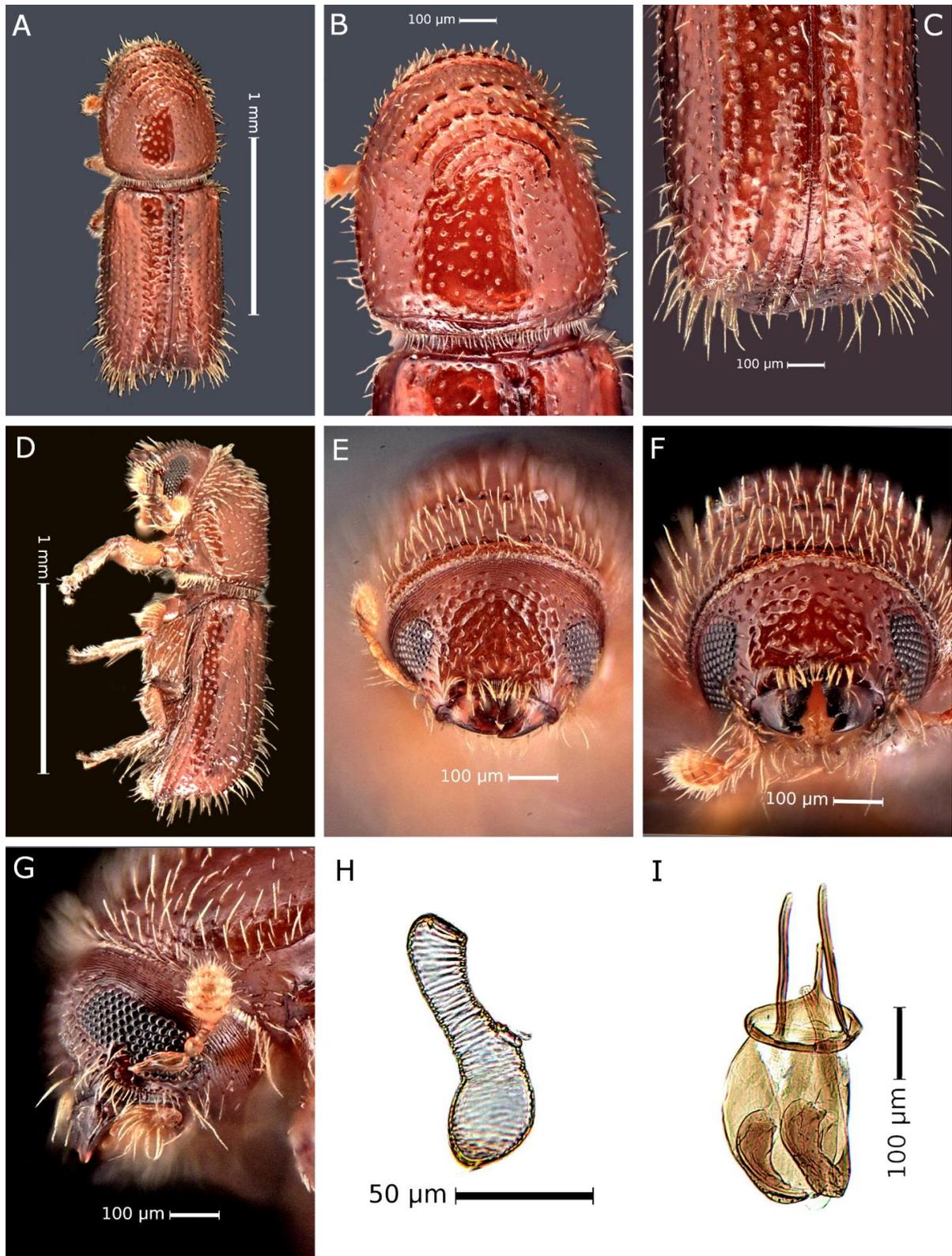
Diagnosis: longitud entre 1.9 a 2.2mm; frente de ambos sexos plana y con puntuaciones; pronoto con líneas concéntricas; ápice redondeado y ancho; interestría 2 del declive más ancha que la interestría discal, interestría 1 y 3 con gránulos, en machos la 3 más grande llevando 3 a 6 gránulos.

Hospederos: *Pinus praetermissa*, *P. lumholtzii*, *P. georginae* *Pinus lawsoni*, *leiophylla*, and *strobis* var. *Chiapensis*.

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Atenguillo, Predio el rodeo, 2-II-15, 1530m, *Pinus georginae*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Hostotipaquillo a 3km de la entrada, 5-II-15, 1424m, *Pinus praetermissa*, , Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **CHIS:** Villa Corzo, 800m, Bermúdez, N.; *Pinus lawsoni*, Villa de Corzo, 800m, *Pinus oocarpa*, Bermúdez, N.; El Bosque, 3-VII-1969, 2130m, *Pinus strobis* var. *Chiapensis*, Bright, D. E.; **MOR:** Yecapixtla, 16-IV-1984, 2110m, *Pinus* sp., Saucedo, C. E.; Martínez, F. E.; Jumiltepec, 2200m, *Pinus* sp.; Achichipico, 2110m., *Pinus* sp.; Huitzilac, 19-XI-1982, *Pinus* sp.; **MEX:** Nepantla, 9-V-1971, *Pinus leiophylla*, Bright D.E. **HGO:** Jacala, 18-I-1936, *Pinus lawsoni*, DeLeón, D., **MICH:** Morelia, 21 min (33km)W, 17-VI-1965, 2300m., *Pinus* sp. Wood, L.S.; Quiroga, 18 min W, 17-VI-1965, 2300m., *Pinus* sp. Wood, L. S. **GUATEMALA.**



**Figura 4.** Distribución del *Pityophthorus obtusipennis* Blandford.



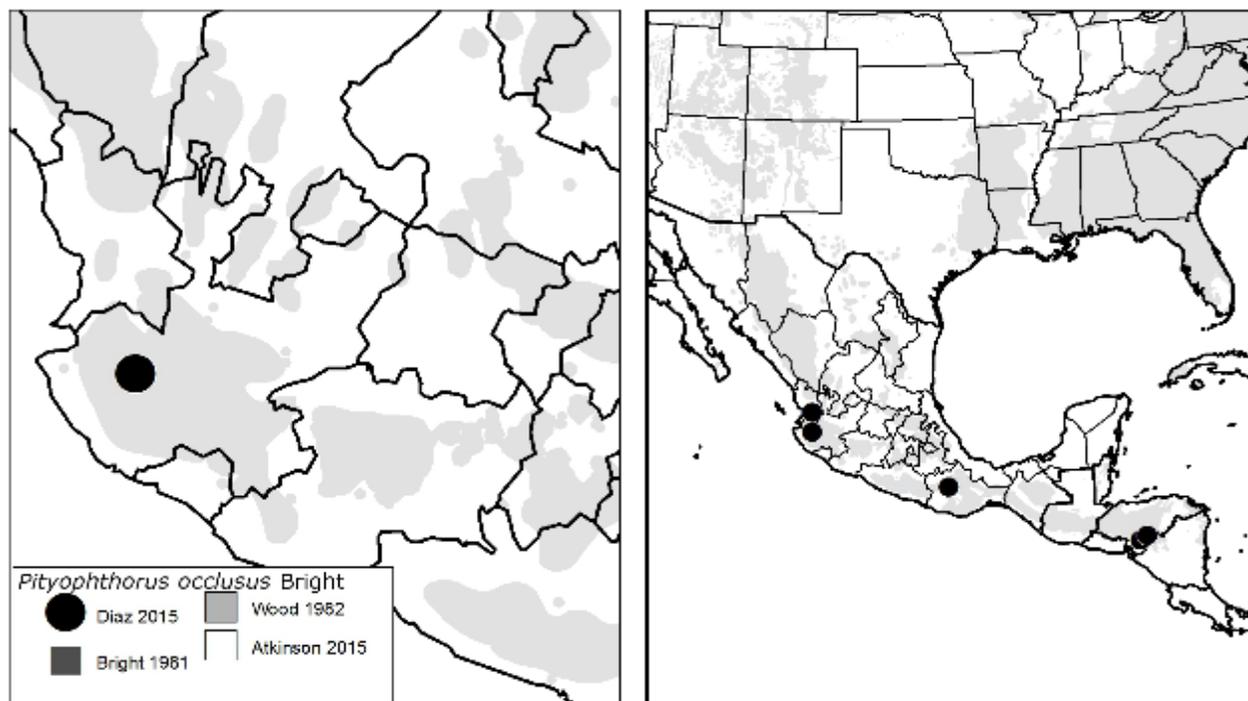
**Figura 5.** *Pityophthorus obtusipennis*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.3.2 *Pityophthorus occlusus* Bright

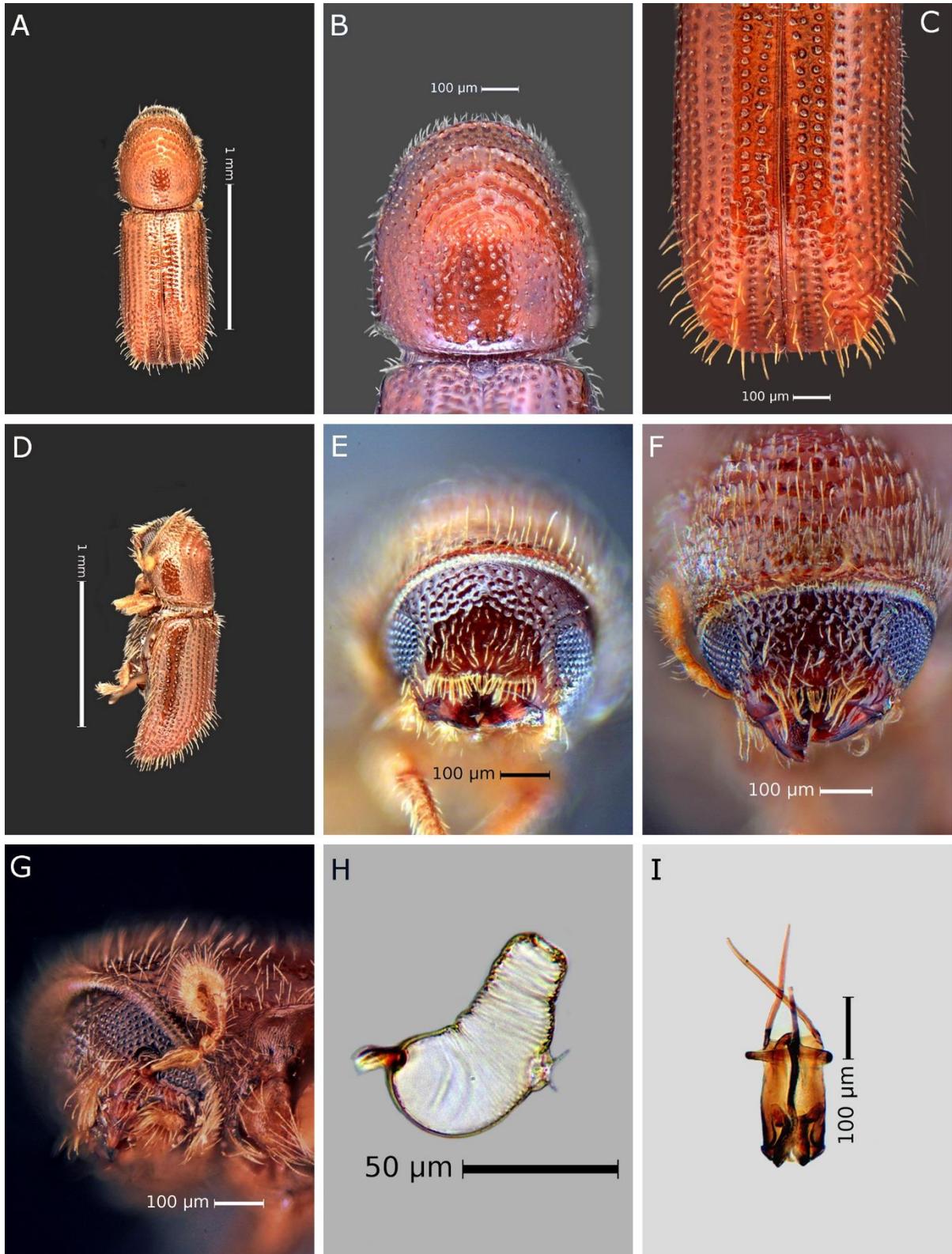
Diagnosis: Longitud entre 1.4 y 1.8 mm; frente de la hembra con un callo mediano por arriba del nivel de los ojos, macho con un diente que va del epistoma a mitad del nivel de los ojos; interestría 1 elevada con 5 a 6 gránulos agudos, interestría 2 plana de igual anchura que en el disco elitral y ligeramente puntuado, interestría 3 del macho elevada con 6 a 8 gránulos agudos.

Hospederos: *Pinus georginae* y *Pinus oocarpa*.

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Atenguillo, Predio el Rodeo, 2-II-15, 1530m, *Pinus georginae*. Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **NAY:** Laguna Santa María, 6-VII-65, 1000m, No, 204, *Pinus*. S. L. Wood. **OAX:** Nochixtlán, 17-VI-67, No. 56, *Pinus*, S. L. Wood. **HONDURAS.**



**Figura 6.** Distribución de *Pityophthorus occlusus* Bright.



**Figura 7.** *Pityophthorus occlusus*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

### Grupo: *Pulicarius*

#### 4.3.3 *Pityophthorus schwerdtfegeri* Blackman

Sinonimia:

*Conophthorus schwerdtfegeri*,

*Pityophthorus schwerdtfegeri*,

*Pityophthorus islasi*,

*Conophthocranulus islasi*.

Diagnosis: Frente de la hembra plana con puntuaciones, finas setas cortas que cubren toda la frente y una carina longitudinal ligera, frente del macho con dos concavidades separadas por una carina longitudinal; pronoto sin elevación. Ápice elitral redondeado en ambos.

Hospederos: *Pinus ponderosa*, *P. devoniana*, *P. leiophylla*, *P. oocarpa*, *P. douglasiana*, *P. lumholtzii*

Distribución: **MEXICO: JAL:** Mazamitla, Lázaro Cárdenas, 13-IX-14, 2138m., *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Mazamitla, 13- IX-14, 2202, *Pinus devoniana*.; Mascota Carr. Ameca-Mascota 31-X-14, 1397m., *Pinus oocarpa*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Mascota Carr. Ameca-Mascota, 31-X-14, 1906m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Mascota, Carr. Urbana Mascotense, 1-II-14, 1708, *Pinus devoniana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Mascota Santa Rosa, 1-II-14, 1759m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa: Carr. Tapalpa, 3-XII-14, 2163m., *Pinus oocarpa*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Talpa Predio San Antonio, 03-12-14, 2329m., *Pinus devoniana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa Carr. Atemajac de Brizuela –La Frontera, 21.XI.14, 2336m., *Pinus devoniana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tala, Cuxpala Bosque-Escuela, 06-II-15, 1547m., *Pinus oocarpa*. Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Ciudad Guzmán, 28-VI-84, 100m., *Pinus* sp., A. Equihua M. (CP); **MEX:** Temascaltepec, 17-VIII-60, *P. oocarpa*, F. Islas. **CHIH:** Peña Blanca, 23-IV-81, *Pinus engelmannii*, Hopk. 62057-B, M.M. Furniss y D. Cibrián T. (UACHB). **CHIS:** Ángel Corzo, 18-XI85, 1300m., *Pinus tenuifolia*, N. Bermúdez, NB-71(CP); 5m SW del Bosque, 3-VII-69, *Pinus oocarpa*, D. E. Bright (CNC) 5; 21m W de Lázaro Cárdenas, 26-VI-69, *Pinus oocarpa*, D. E. Bright (CNC) 1; 8m N de Ocosingo, 2-VI-69, *Pinus oocarpa*, D. E. Bright (CNC) 5. **DGO:** El salto, 25-III-74, *Pinus* sp., M. M. Furniss (SLWC) 2; 20 mi NE de el Salto, 23-VII-58, *Pinus* sp., S. L. Wood (SLWC) 3. **NVO. LEÓN:** Chipinque Mesa, cerca de

Monterrey, 26-VI-69, *Pinus ponderosa*, D. E. Bright (CNC) 4. ESTADOS UNIDOS; GUATEMALA Y HONDURAS.

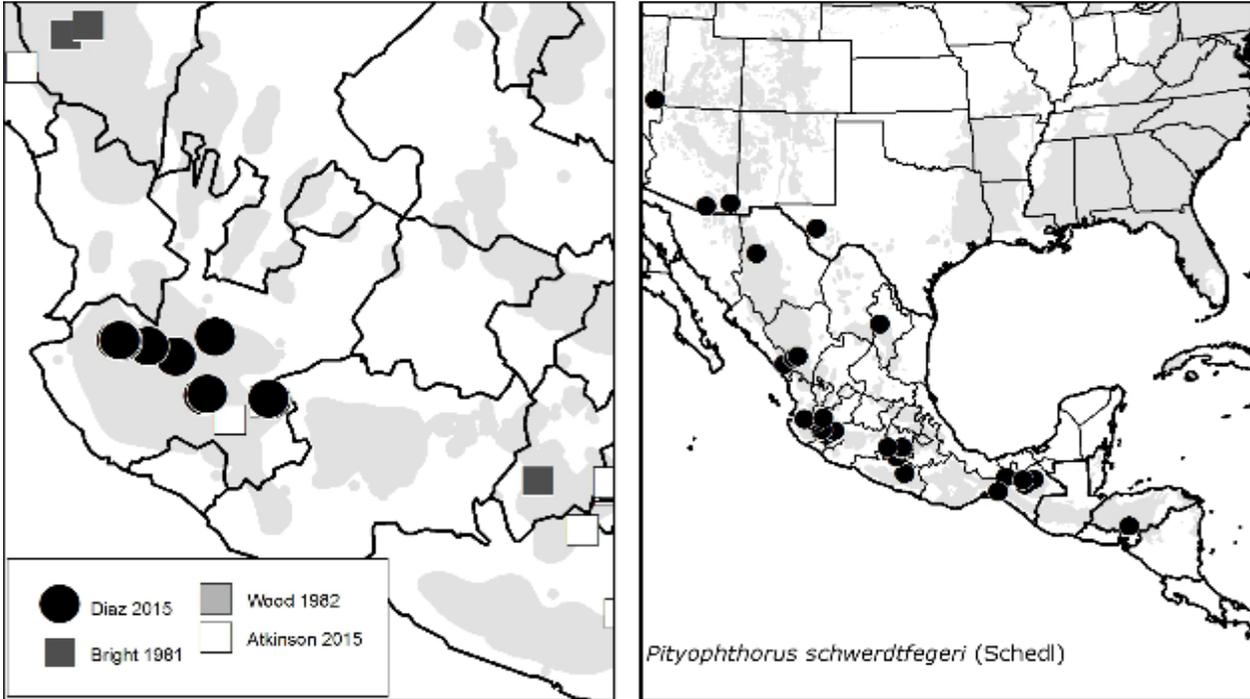
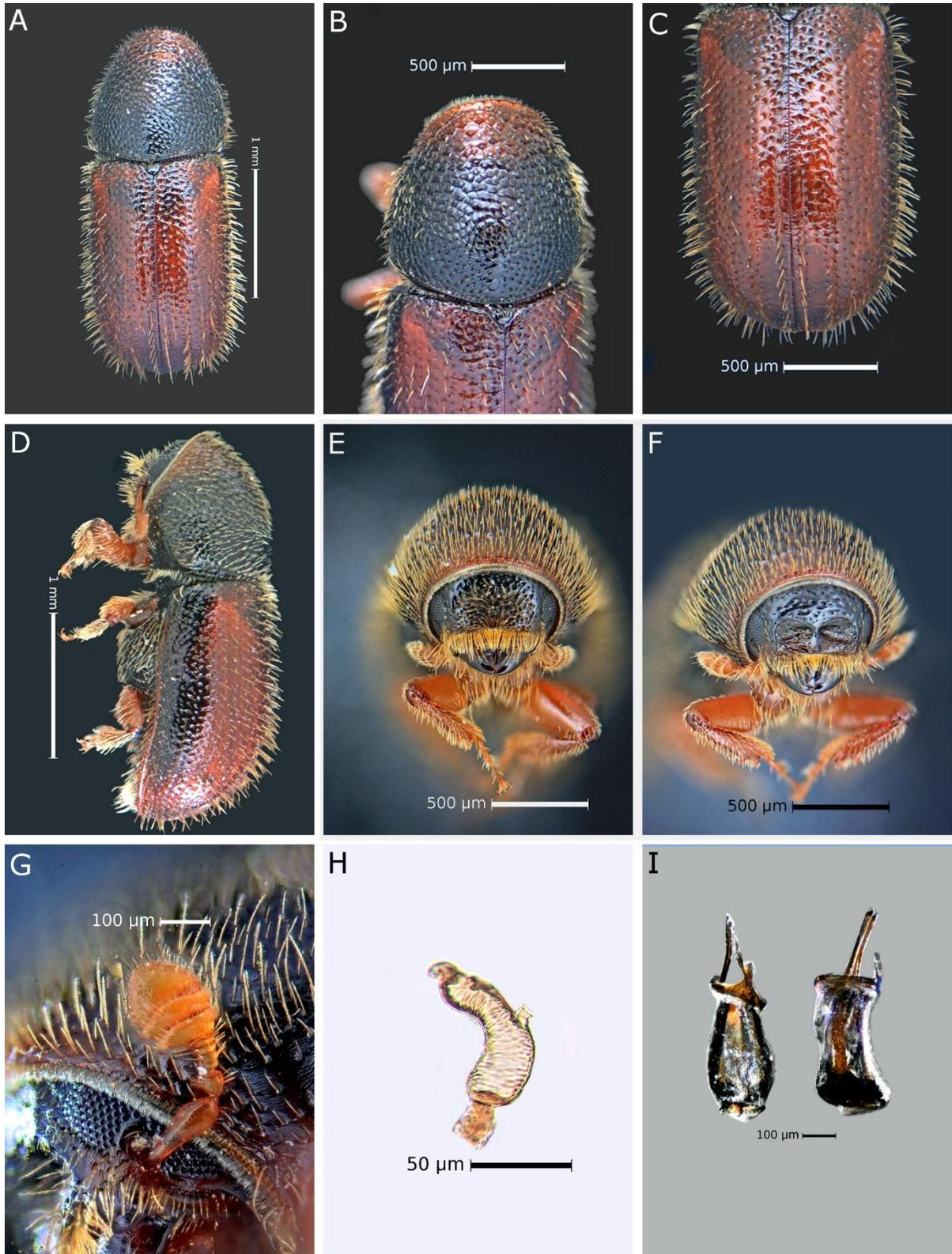


Figura 8. Distribución de *Pityophthorus schwerdtfegeri* en México.



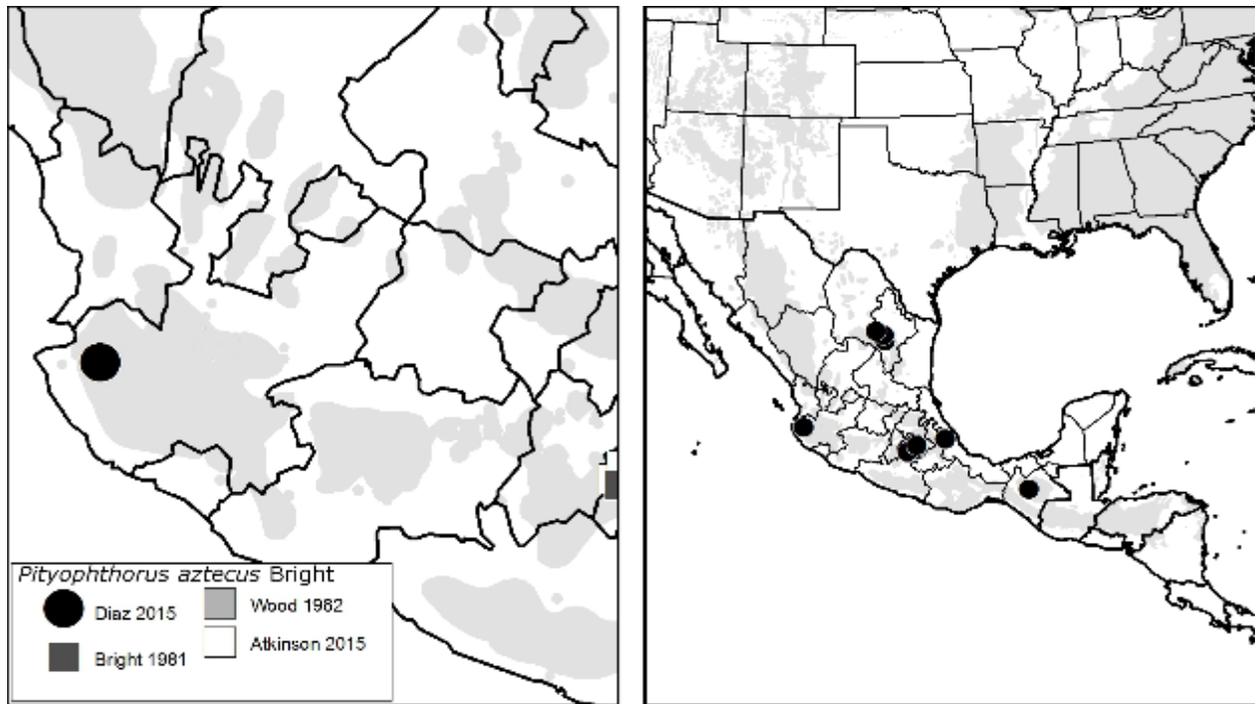
**Figura 9.** *Pityophthorus schwerdtfegeri*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.3.4 *Pityophthorus aztecus* Bright

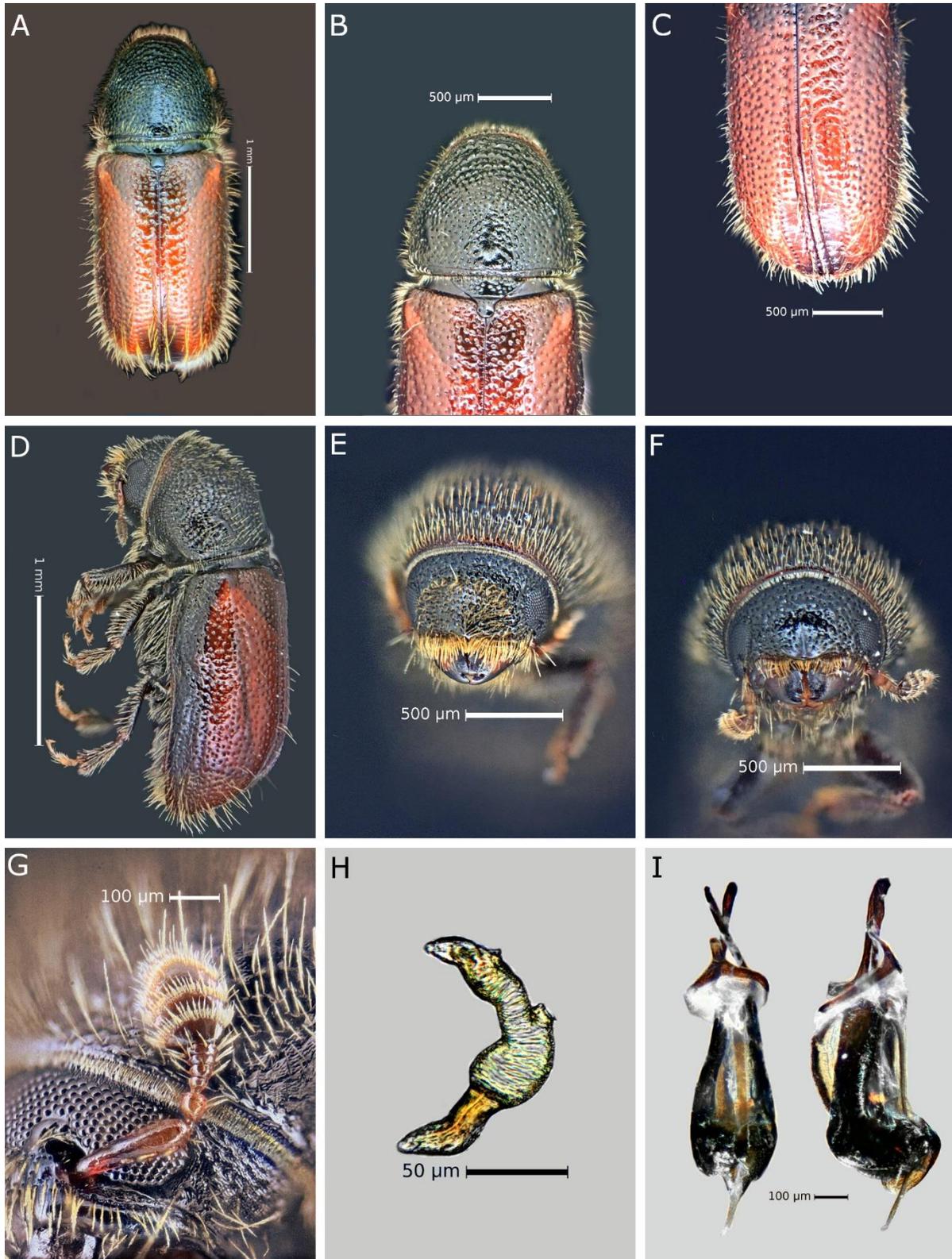
Diagnosis: Tamaño 2.5-3.7 mm. Hembra con frente aplanada semicircular, superficie brillante con puntuaciones grandes, presenta un callo o diente en la base media del epistoma, setas largas, amarillas del mismo tamaño, antena elongada-oval, ápice, macho con frente plana con puntuaciones con un pequeño diente que va de la mitad de la frente al espistoma; declive redondeado pronoto plano sin elevación, pronoto obscuro y élitros café.

Hospederos: *Pinus douglasiana*, *Pinus strobiformis*, *Pinus montezumae*, *Pinus hartwegii*,

Distribución: **MÉXICO:** **JAL:** Talpa de Allende, cerro del Desmoronado, 03-IV-15, 1809m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; **COAH:** Mesa de Tablas, 02-V-81, *Pinus rudis*, Hopk, 62095, M. M. Furnis y D. Cibrián T. (UACHB); 6-VI-81, *Pinus strobiformis*, 764-C, D. Cibrián T. y J T. Méndez M. (UACHB); Cañón de Amangos, Arleaga, 4-IX.72, *Pinus* sp., H Morens N, (CNC) 160. **MEX:** km 50 México-Puebla, 23-I-60, *Pinus*, No 16, 60-11564, Guerrero; Río Frio, 1-IX-69, L.A. Kelton; 32 km; Cuernavaca, 15-VII-69, No 157, *Pinus* ramas pequeñas, S. L. Wood. **CHIS:** Carr. 190 y 199, 22-VI-90, *Pinus* sp., Turnbow, R. H. **MOR:** Fierro del Toro, *Pinus* sp. **MEX:** Sierra Nevada, 9-11-76, c, Cibrián T. D. (UACHB); Sierra Nevada 16-IX-79, *Pinus montezumae*, Barajas, J (UACHB); Amecameca, 19-XI-80, 3350m., *Pinus hartwegii*, Equihua, M. A., Sn Rafael, 14-VII-75, *Pinus ayacahuite* Cibrián, T. D. (UACHB); Parque Nacional Zoquiapan, 25-III-85, *Pinus hartwegii*, 3600m., Equihua M. A., Parque Nac. Zoquiapan, 24-V-80, *Pinus hartwegii*, 3200m., Cibrián T. D.; Cerro Tlálloc, ca. Tequesquinahuac, 22-I-80, *Pinus hartwegii*, 3400m., Atkinson, T. H.; Cuernavaca, 20m N, 15-VII-89, *Pinus* sp. Bright. D. E.; Las Vigas, 1m, W, 5-VII-67, *Pinus* sp., Wood. S. L. **VER:** Xalapa, 14m. NW Carr. 140, 20-VIII-82, 2286m., O'Brien, C. W., O'Brien L. B., Wibmer, G. **NVO. LEÓN:** Cerro Potosí, 1-VI-87, Turnbow, R. H.



**Figura 10.** Distribución de *Pityophthorus aztecus* Bright.



**Figura 11.** *Pityophthorus aztecus*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

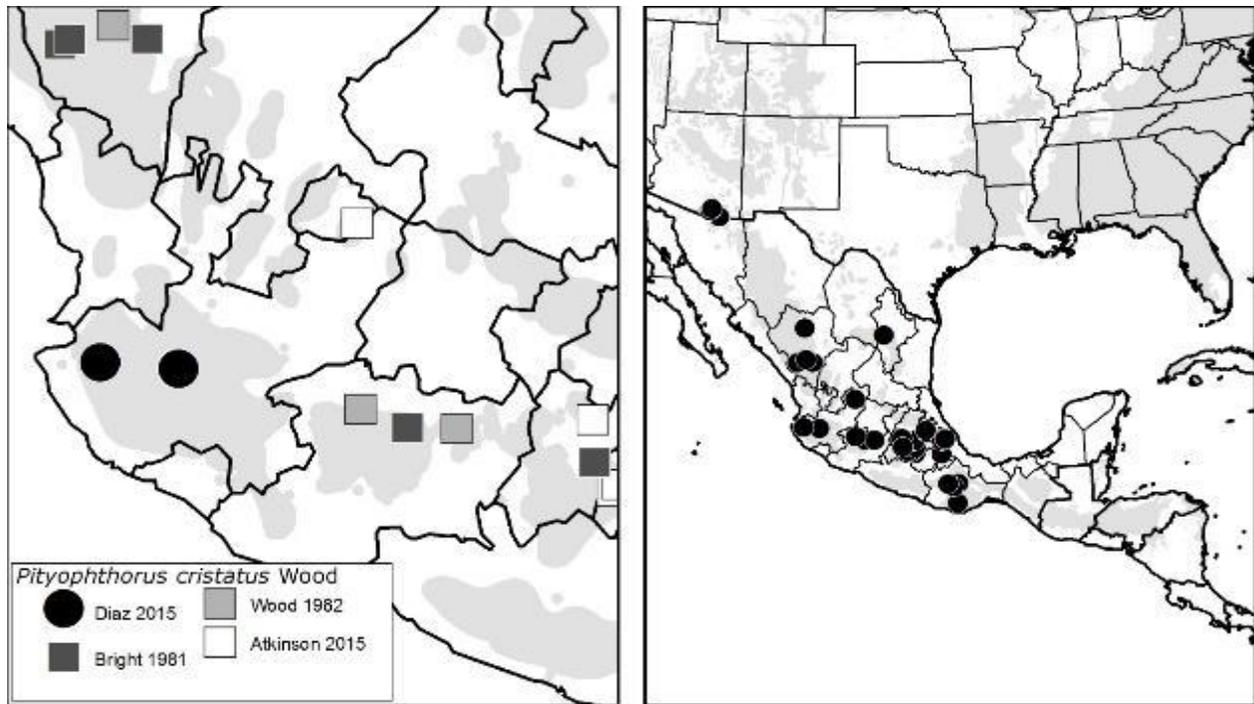
## Grupo: Cristatus

### 4.3.5 *Pityophthorus cristatus* Wood

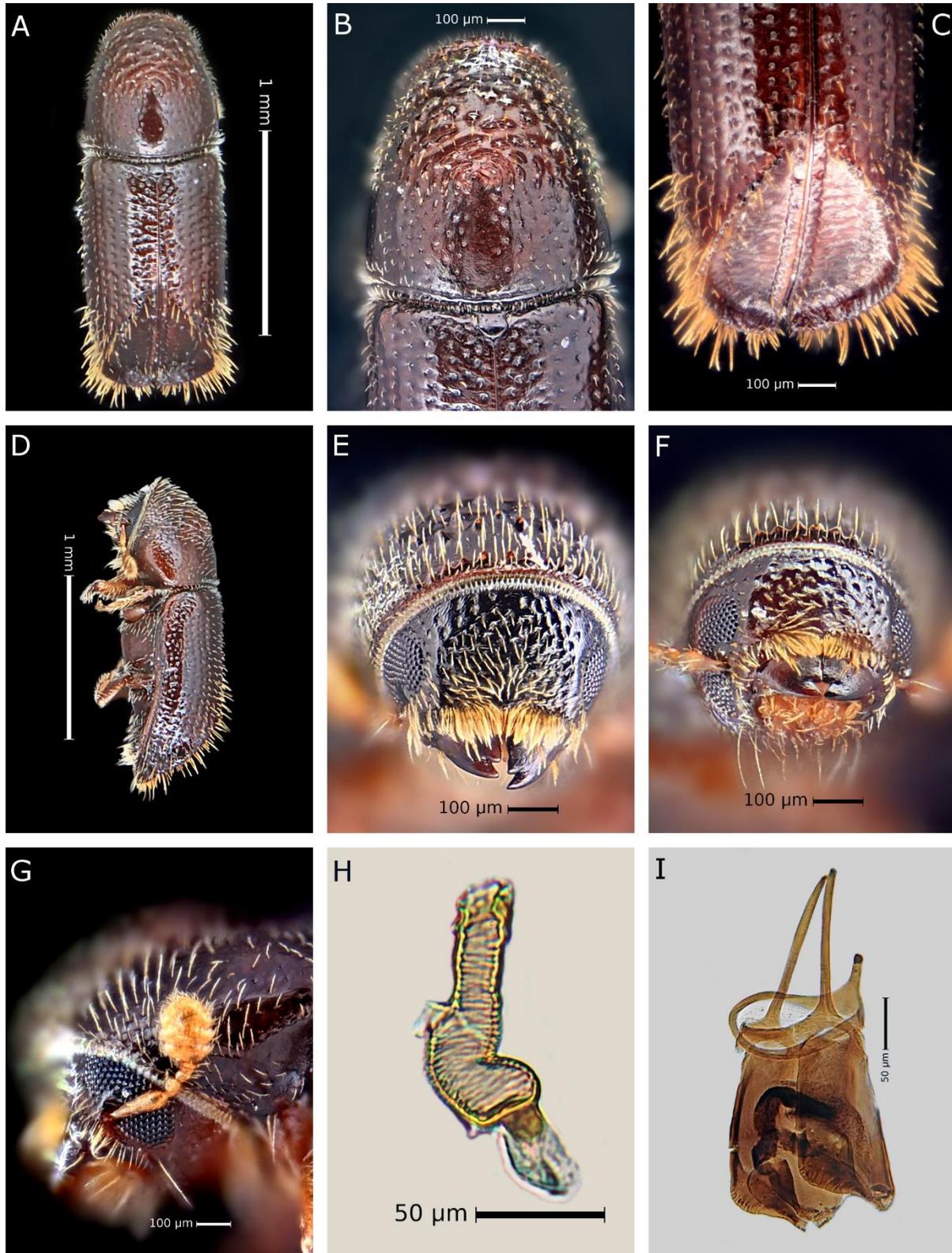
Diagnosis: Tamaño: 1.8- 2.3 mm, hembra frente plana con puntuaciones desde el epistoma hasta arriba del nivel de los ojos y ligeramente elevado con pocas setas; frente del macho con una ligera carina longitudinal setas muy cortas poco visibles; declive oblicuo, márgenes laterales formando crestas fuertemente elevadas desde la parte superior de la interestría rodeando el declive elitral hasta el ápice.

Hospederos: *Pinus jaliscana*, *P. lumholtzii*, *P. montezumae*, *Pinus leiophylla*, *Pinus teocote*, *Pinus radiata*, *Pinus patula*, *Pinus greggii*.

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Sierra de Quila, 17-X-14, 1072m. *Pinus herrerae*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Sierra de Quila, 20-I-15, 1994m., *Pinus lumholtzii*, , Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Talpa de Allende, Cerro el Desmoronado, 3-III-15, 1959m., *Pinus jaliscana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **MICH:** Carápan, Morelia, 25 km-E; Quiroga, 21-III-54, *Pinus* sp., Furniss, S. L.; **MOR:** Tlalmimilupan, 2000m., *Pinus* sp.; Sta. María, 2020m., Tlalnepantla, 16-VIII-84, 2245m., J. M. O.; Coajomulco, 2450m., *Pinus* sp.; **DGO:** El palmito, 9m E, 15-VI-71, *Pinus lumholtzii*, Bright, D. E.; Durango 8m, S, 29-VI-69, *Pinus* sp., Bright, D. E.; El Salto, 3m (5km)W, 21-VI-64, Howden, H. F.; El Salto, 10m. W, 29-VI-64, *Pinus ayacahuite*, Thomas, J. B. **MEX:** San Rafael, 15-V-82, 2380m., *Pinus leiophylla*, Equihua, M. A.; Guerrero V. P.; Tepetlaoxtoc, 17-III-81, *Pinus radiata*, Atkinson, T. H.; Villa de Carbón, 7-I-82, 2490m., *Pinus teocote*, Atkinson, T. H., Equihua, M. A.; Ocoyoacac, 16-VII-69, *Pinus leiophylla*, Bright, D. E.; **OAX:** Lachatao, 15-VII-14, 2042, *Pinus* sp., ramas de 1-2cm de diámetro, Atkinson, T. H.; Burgos, S. A.; Oaxaca, 75m. (115km) S Carr. 131, 30-V-71, *Pinus* sp., Bright, D. E.; Oaxaca 33min NE, 8-V-71, *Pinus* sp., Bright D. E.; Nochixtlán, 32m, SE, 14-VII-69, *Pinus* sp., Bright, D. E.; **HGO:** Presa el Tejocotal, 9-II-85, 2700m., *Pinus patula*, Equihua y Estrada (CP); Tulancingo, 19mi E, 24-VI-58, 1981m, *Pinus* sp.; **PUE:** Camotitlán, 17-III-12, *Pinus leiophylla*, Atkinson, T. H. (THA); **AGS:** San José, 10-VIII-88, *Pinus* sp., Moreno, A.; **VER:** Orizaba, 25mi W, 29-IV-69, *Pinus* sp., Bright, D. E.; Perote, 9mi N, 2195m., *Pinus* sp.; Las Vigas, 5-VI-62, *Pinus* sp., Coronado, P. R.; **COAH:** Mesa de las Tablas, 2-V-81, *Pinus greggii*, Hopk; M. M. Furniss y D. Cibrián T. (UACHB). **USA.**



**Figura 12.** Distribución de *Pityophthorus cristatus* Wood.



**Figura 13.** *Pityophthorus cristatus*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

## Grupo: Nocturnus

### 4.3.6 *Pityophthorus sapineus* Bright

Diagnosis: Tamaño 1.7 - 2.0mm. Frente de la hembra cóncava, con un mechón de setas cortas al centro y largas en la periferia; declive convexo con surcos frente del macho con carina longitudinal glabra con puntuaciones y setas muy cortas bajo en nivel de los ojos; superficie elitral de la hembra suave y brillante, con surcos someros casi planos, interestría 3 con pequeños gránulos poco visibles con setas, macho con interestría tres con gránulos más grandes y setas.

Hospederos: *Pinus douglasiana*, *P. oocarpa*

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Talpa carr. la frontera, 3-XII-14, 2332m., *Pinus devoniana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tala, Cuxpala Bosque-Escuela, 7-II-15, 1544m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Atenquique, sin fecha, *Pinus* sp.

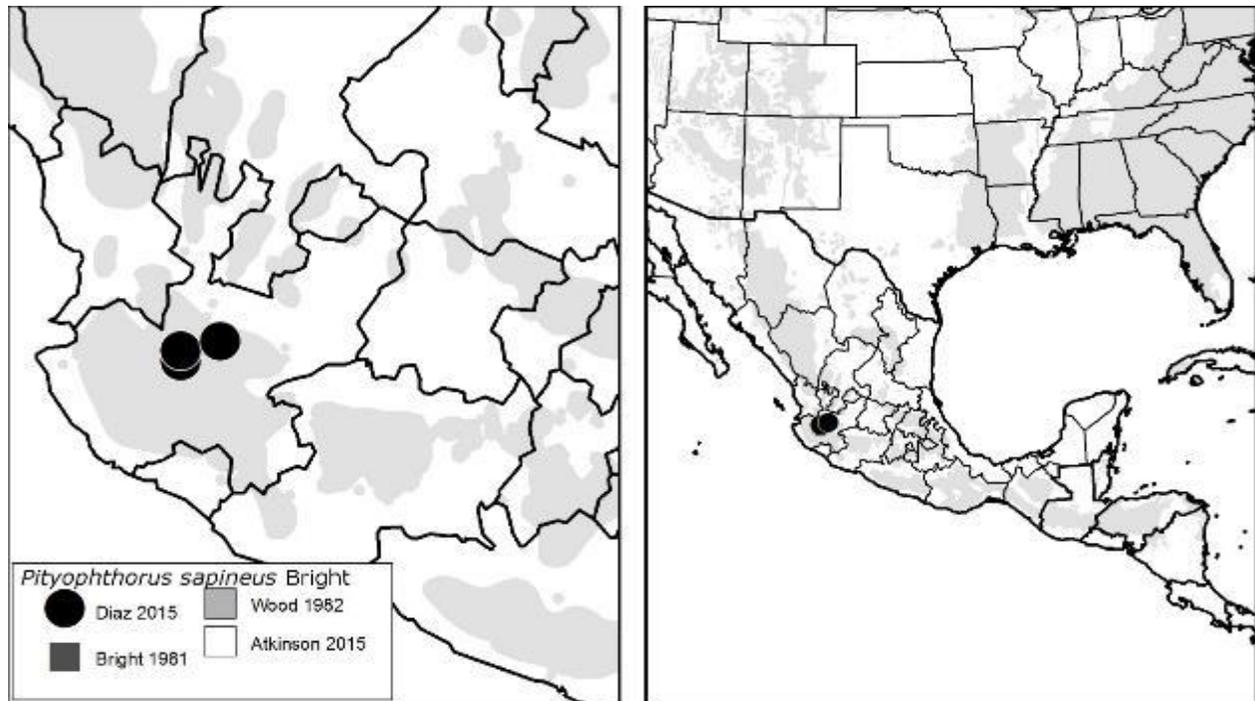
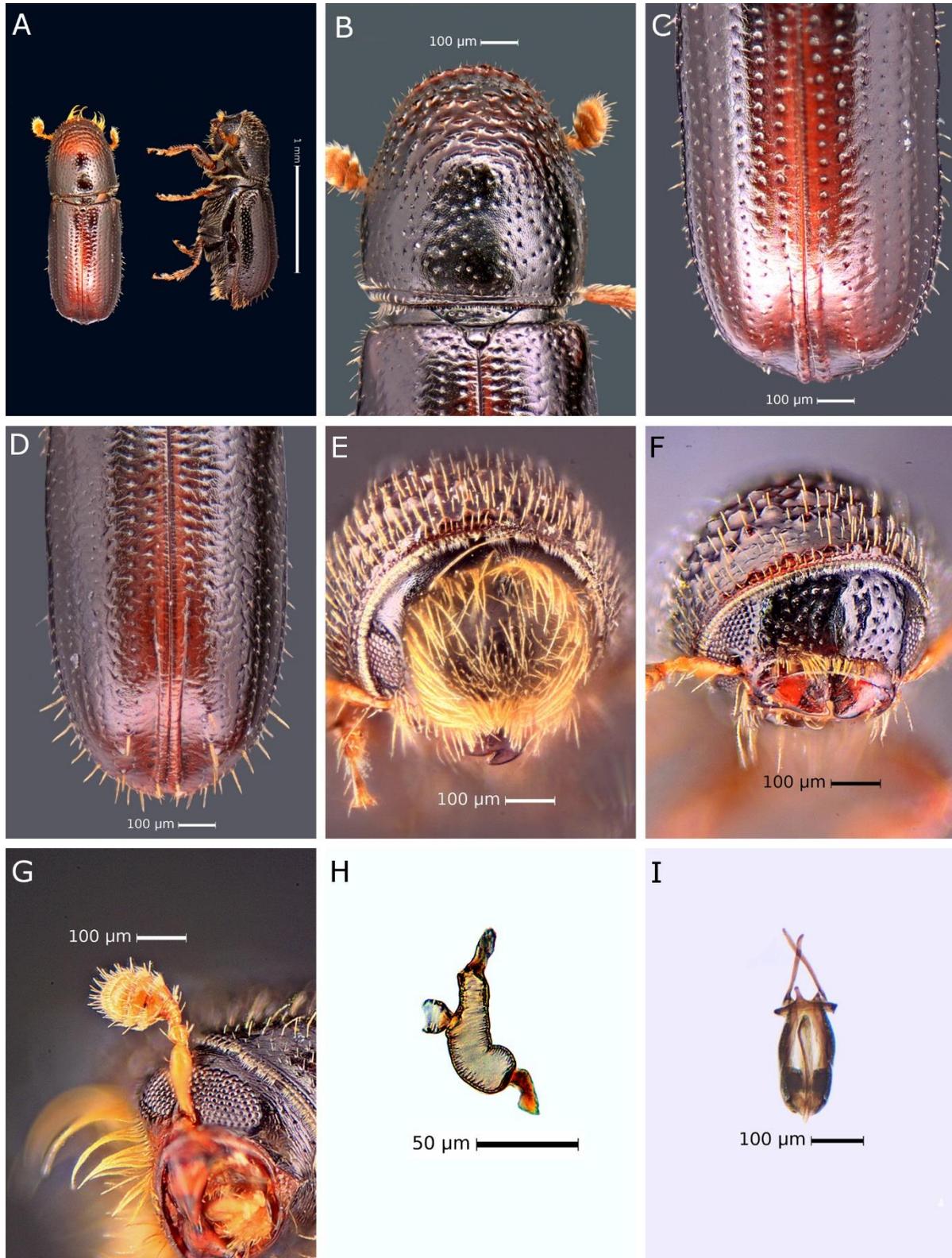


Figura 14. Distribución de *Pityophthorus sapineus* Bright.



**Figura 15.** *Pityophthorus sapineus* A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

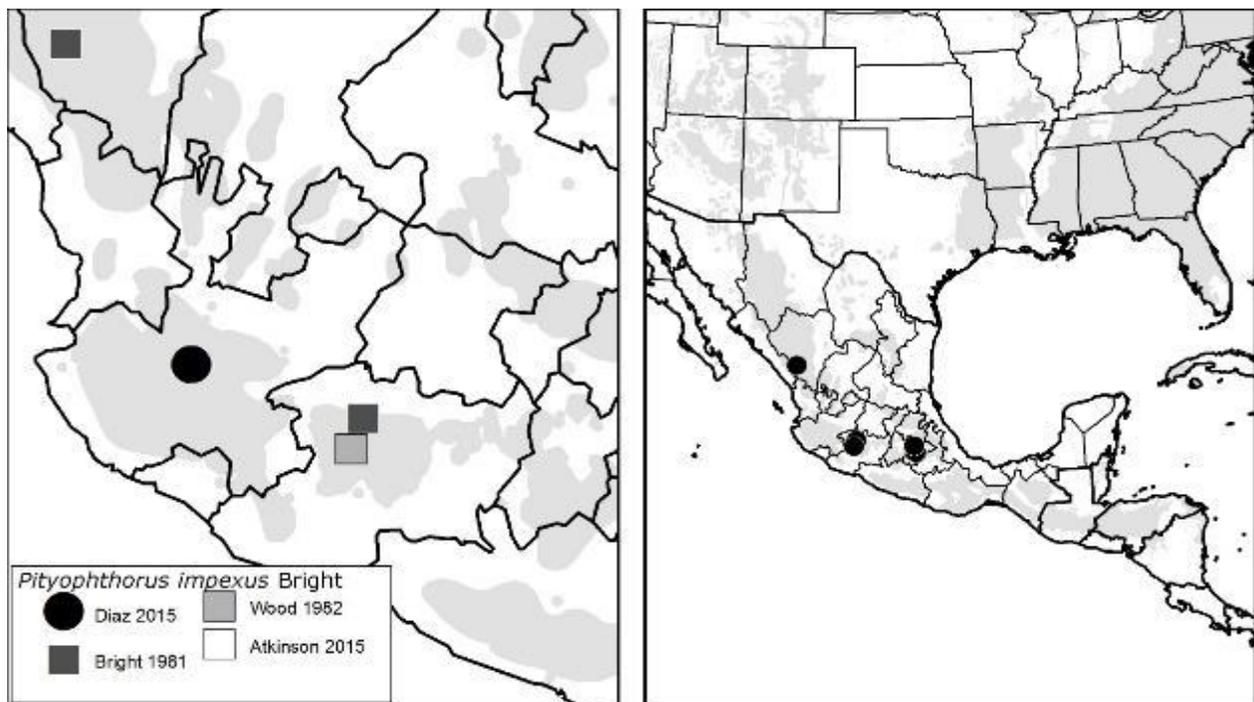
Grupo: Segnis

#### 4.3.7 *Pityophthorus impexus* Bright

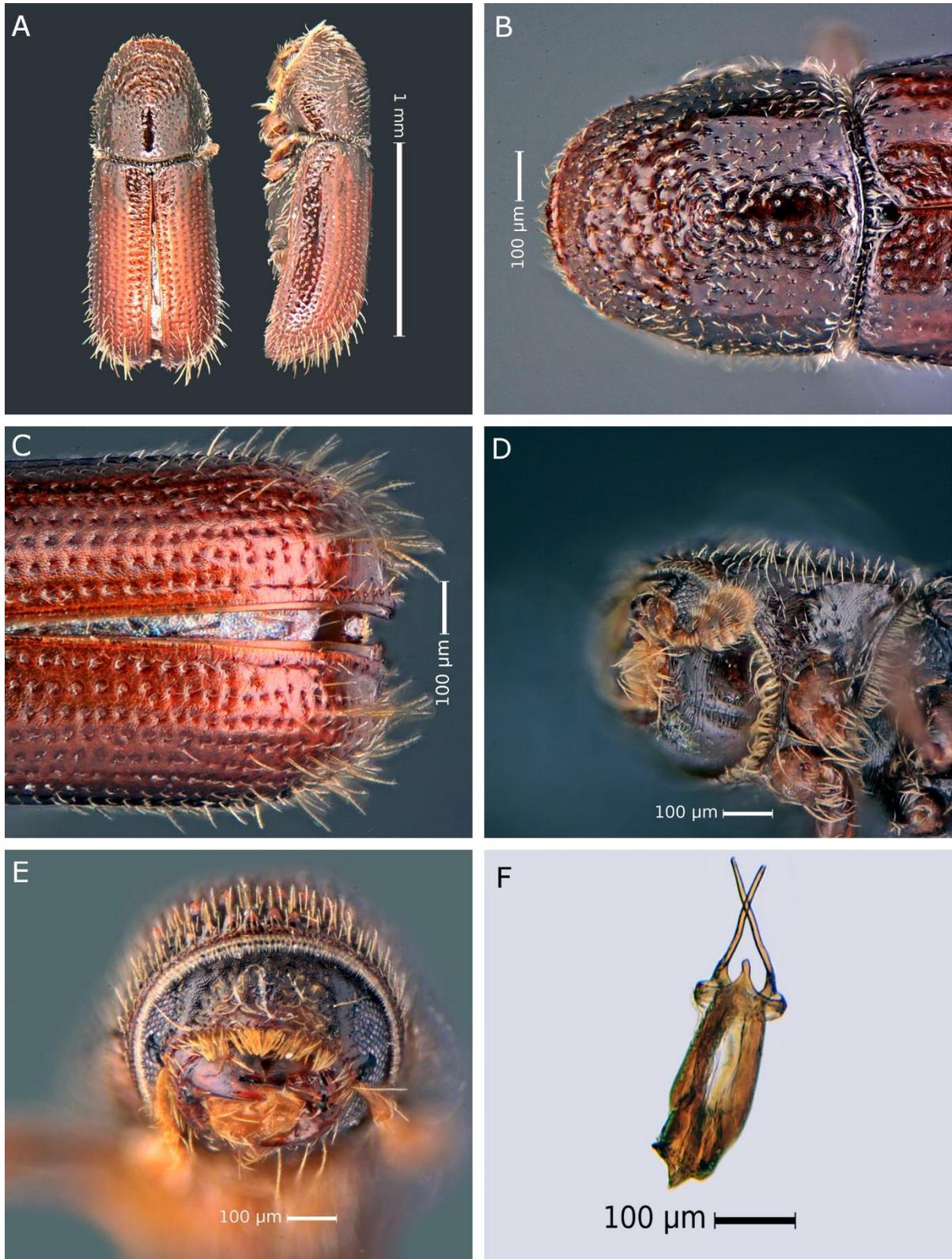
Diagnosis: tamaño 1.9-2.1 mm, declive con interestría tres con pequeños gránulos y setas largas, interestría uno con gránulos pequeños con setas cortas en cada uno; frente de la hembra con puntuaciones profundas en la periferia, setas en la parte central de la frente algo grandes, un poco más abundantes justo por encima del epistoma; frente de macho con una carina longitudinal o un diente pequeño.

Hospederos: *Pinus leiophylla*, *Pinus ayacahuite*.

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Tapalpa, predio lomas de la cañada, 3-XII-14, 2527m. *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa, predio lomas de la cañada, 2-I-15, 2527m. *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; **MEX:** Carr. México-Popocatépetl, km 85, 26-VIII-61, Bravo, M. H.; Amecameca, 7 mi E, 17-VIII-82, 3170m., O'Brien, C.W.; O'Brien, L. B.; Wibmer, G.; Tequesquihuac, 2-III-62, Pinaceae, Coronado, P. R.; **MICH:** Carapan, 6 mi (9km) S, 18-VI-65, 2300m., *Pinus* sp., Wood, S. L.; Volcán Paricutín, 9 mi E, 19-VI-65, 2500m., *Pinus* sp., Wood, S. L., **DGO:** El salto, 3 mi (5 km) W, 7-VI-65, 2500m., *Pinus ayacahuite*, Wood, S. L.



**Figura 16.** Distribución de *Pityophthorus impexus* Bright.



**Figura 17.** *Pityophthorus impexus*; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive macho; D: antena; E: frente macho F: edeago.

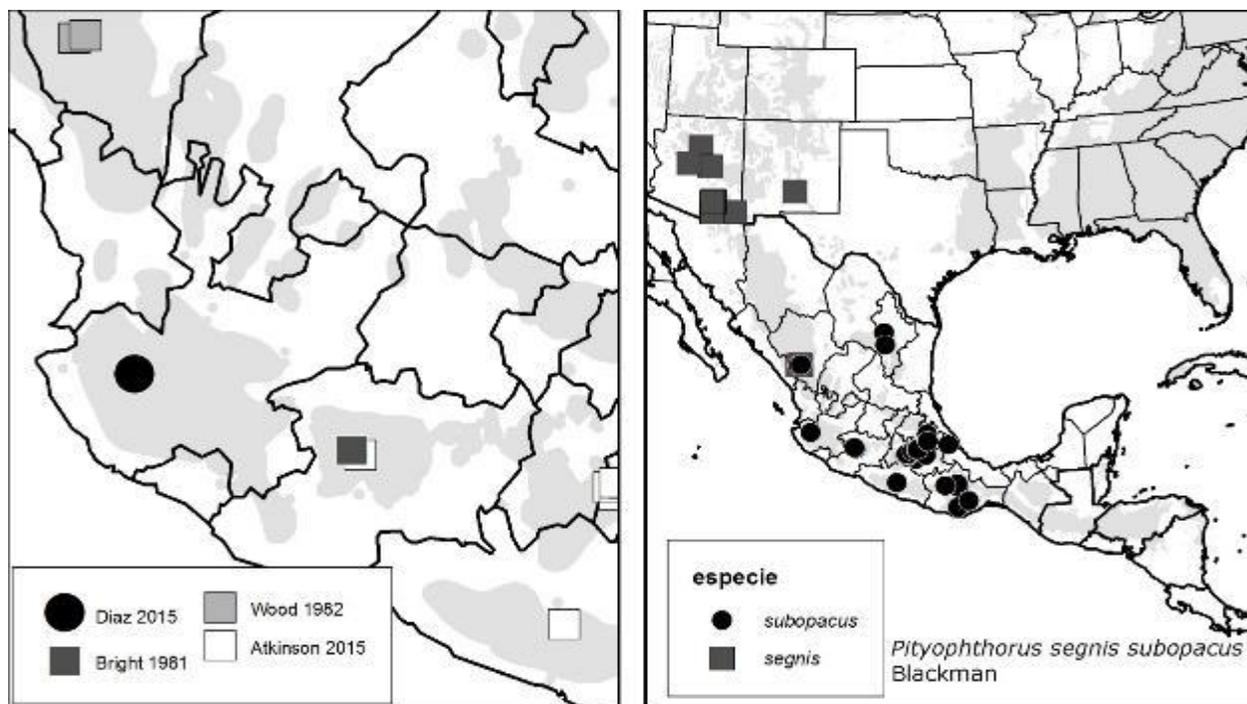
## *Pityophthorus segnis subopacus* Blackman

### 4.3.8 *Pityophthorus segnis subopacus* Blackman

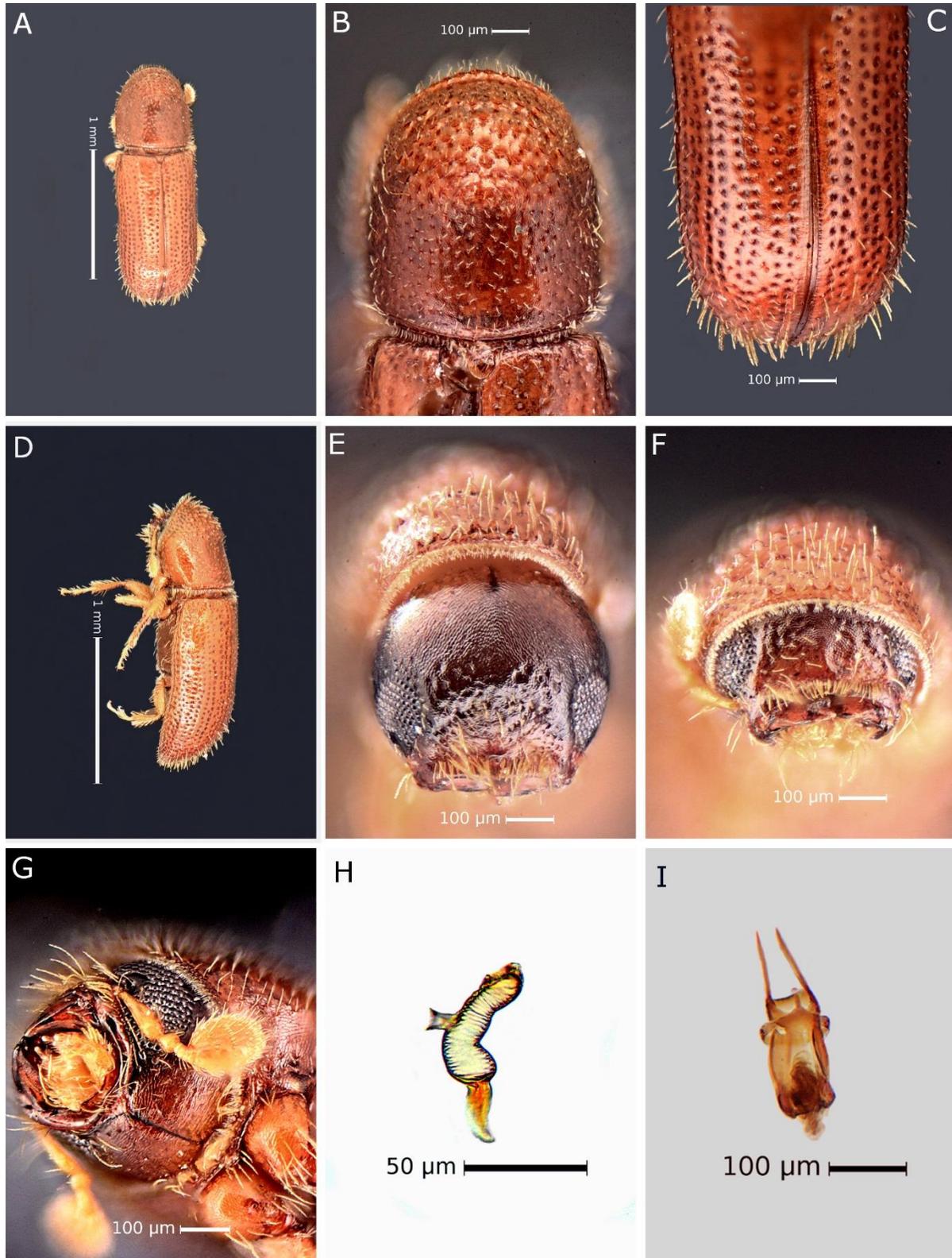
Diagnosis: tamaño de 1.7 -2.0. Declive convexo, surco e interestría 1 casi iguales en anchura, frente del macho reticulada, con una carina longitudinal, pocas setas o ausentes, frente de la hembra con setas cortas y dispersas.

Hospederos: *Pinus georginae*, *P. devoniana*. Un solo reporte *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus michoacana*

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Atenguillo, Predio el Rodeo, 02-II-15, 1530m., *Pinus georginae*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa, Carr. Tapalpa, 2-I-15, 2178m., *Pinus devoniana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **MICH:** 6 mi, E del Volcán Paricutín, 19-VI-65, *Pinus*, S. L. Wood (SLWC) 7. **NVO. LEÓN:** Cerro Potosí, 2-V-71, *Pinus* sp., D. E. Bright (CNC) 4.; Chipinque Mesa, cerca de Monterrey, 23-VI-71, *Pinus* sp., D. E. Bright (CNC) 14.; **OAX:** 8 mi SE de Cameron, 21-VI-67, *Pinus*, S. L. Wood (SLWC) 1; 75 mi S de Oaxaca sobre carr. 131, 5-V-71, *Pinus michoacana*, D.E. Bright (CNC) 8.; **PUE:** 14 mi W de Texmelucan, 14-VII-53, *Pinus*, S. L. Wood (SLWC) 8. **TLAX:** 11 mi N de Tlaxco, 9-VII-67, *Pinus*, S.L. Wood (SLWC) 7.; **VER:** material Tipo.



**Figura 18.** Distribución de *Pityophthorus segnis subopacus* Blackman.



**Figura 19.** *Pityophthorus segnis subopacus*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

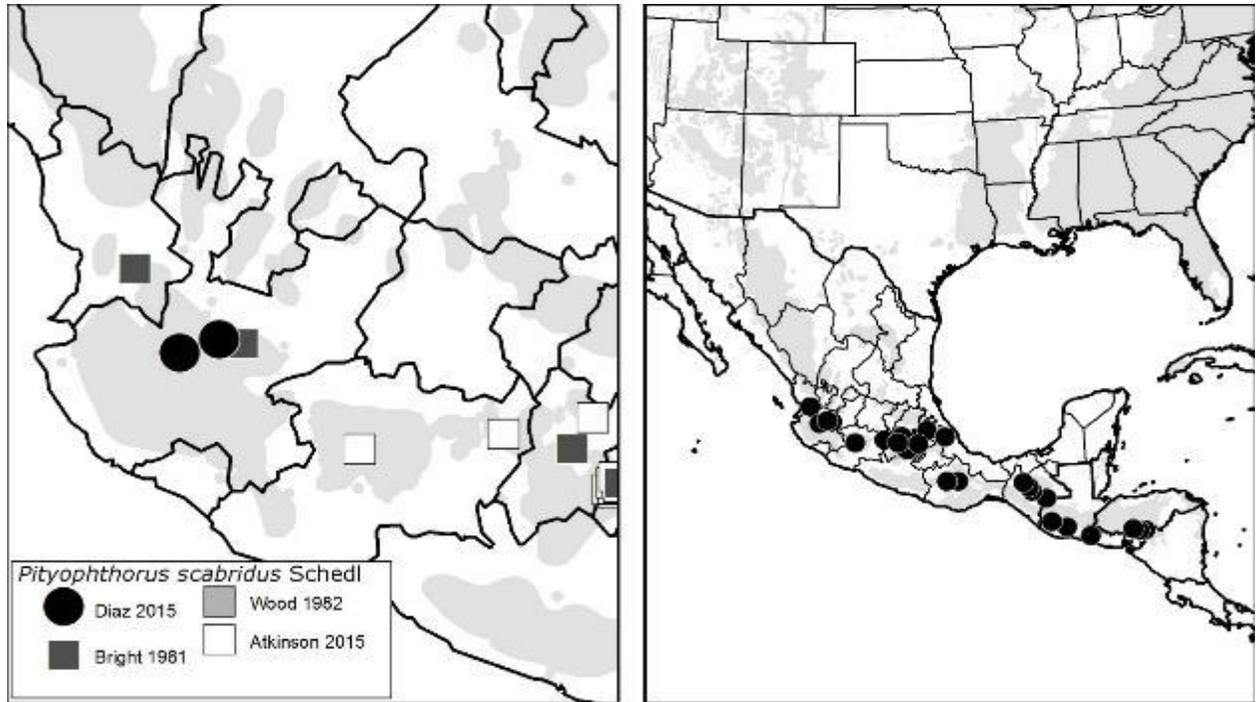
## Grupo: Blandus

### 4.3.9 *Pityophthorus scabridus* Schedl

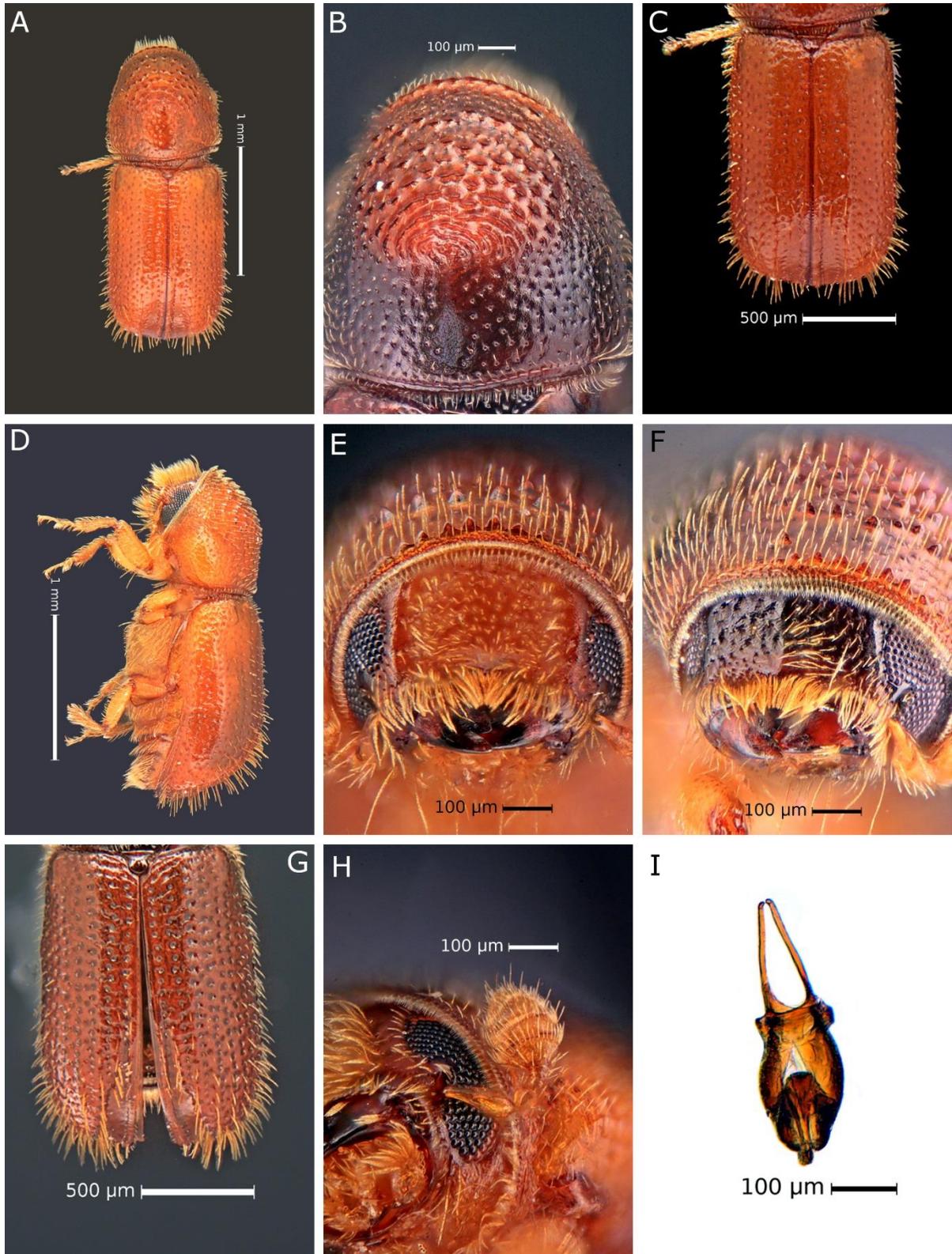
Diagnosis: 1.9 - 2.4 mm, Frente de la hembra con puntaciones grandes en la periferia con setas largas y densas del mismo tamaño, ligeramente más largas y curvadas del mismo tamaño, interestría uno con pequeños tubérculos, interestría dos ligeramente reticulada, interestría tres con pequeños tubérculos, en el macho la interestría tres está elevada.

Hospederos: *Pinus douglasiana*, *P. luzmariae*, *P. ayacahuite*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. pseudostrobus* y *P. rudis*.

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Mascota, Carr. Ameca-Mascota, 16-XII-14, 1393m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Guadalajara, 14mi (23 Km) NW, 19-VII-53, *Pinus* sp., Wood, S. L. **MOR:** Tlacotepec, sin fecha, 2600m., *Pinus* sp.; Carr. Tetela-Hueyapan, km 8, sin fecha, 1960m *Pinus* sp.; Colonia del Bosque, 2080m., Achichipico, 16-VI-84, 2110m., *Pinus* sp. Saucedo, C. E.; Martínez F. E.; Carr, Cuernavaca-Ocuilan, km 10 , sin fecha, 2250m., *Pinus* sp.; Sta. María, sin fecha, 2020, *Pinus michoacana*, *Pinus greggii*; Chamilpa, sin fecha, 1980m., *Pinus* sp.; Fierro del Toro, sin fecha, 2850, *Pinus* sp., Fierro del Toro, sin fecha, 2980, *Pinus* sp.; Cuernavaca, 20mi N, 15-VII-53, *Pinus* sp. Bright, D. E.; **MEX:** San Rafael, 14-V-82, 2330m., *Pinus leiophylla*, Equihua M. A.; Guerrero, V. P.; Parque Nac. Zoquiapan, 24-V-80, 3200m., Cibrián T. D.; Cerro Tláloc, Tequesquinahuac, 24-IV-80, 3250m., *Pinus hartwegii*, Atkinson, T. H.; Cerro Tláloc, Tequesquinahuac, 24-VI-80, 2650m., *Pinus hartwegii*, Atkinson, T. H.; Tequesquinahuac, 16-IV-80, *Pinus radiata*, Atkinson, T. H.; Tepetlaoxtoc, 13-III-1981, 2310, *Pinus radiata*, Atkinson T. H.; Villa de Carbón, 7-I-1982, 2490m., *Pinus teocote*, Atkinson, T. H.; Equihua, M. A.; Cayetano, 16-III-73, *Pinus patula*. **PUE:** Carr. México-Tlaxcala, km 70, 3-VII-61, 3200, *Pinus* sp., Cibrián T. D., **MICH:** Las cocinas, 20-II-80, Atkinson, T. H.; Reforestación Tuxpan, 20-IX-74. **OAX:** Nochixtlán, 26 mi SE, 17-VI-67, *Pinus* sp. Wood, S. L. **CHIS:** Lagos de Colores, Lagunas de Montebello Nat. Pk., 17-V-69, *Pinus oocarpa*, Bright, D. E.; Teopisca, año 1969, *Pinus montezumae*, Bright, D. E.; San Cristóbal, año 1969, *Pinus ayacahuite*, Bright, D. E.; Bochil, 4m N, 10-V-69, *Pinus* sp. **VER:** Las Vigas, 5-VI-62, *Pinus* sp. Coronado P., R. **NAY:** Laguna Sta. María, 6-VII-65. **GUATEMALA, HONDURAS, EL SALVADOR.**



**Figura 20.** Distribución de *Pityophthorus scabridus* Schedl.



**Figura 21.** *Pityophthorus scabridus*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive hembra; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: declive macho; H: antena; I: edeago.

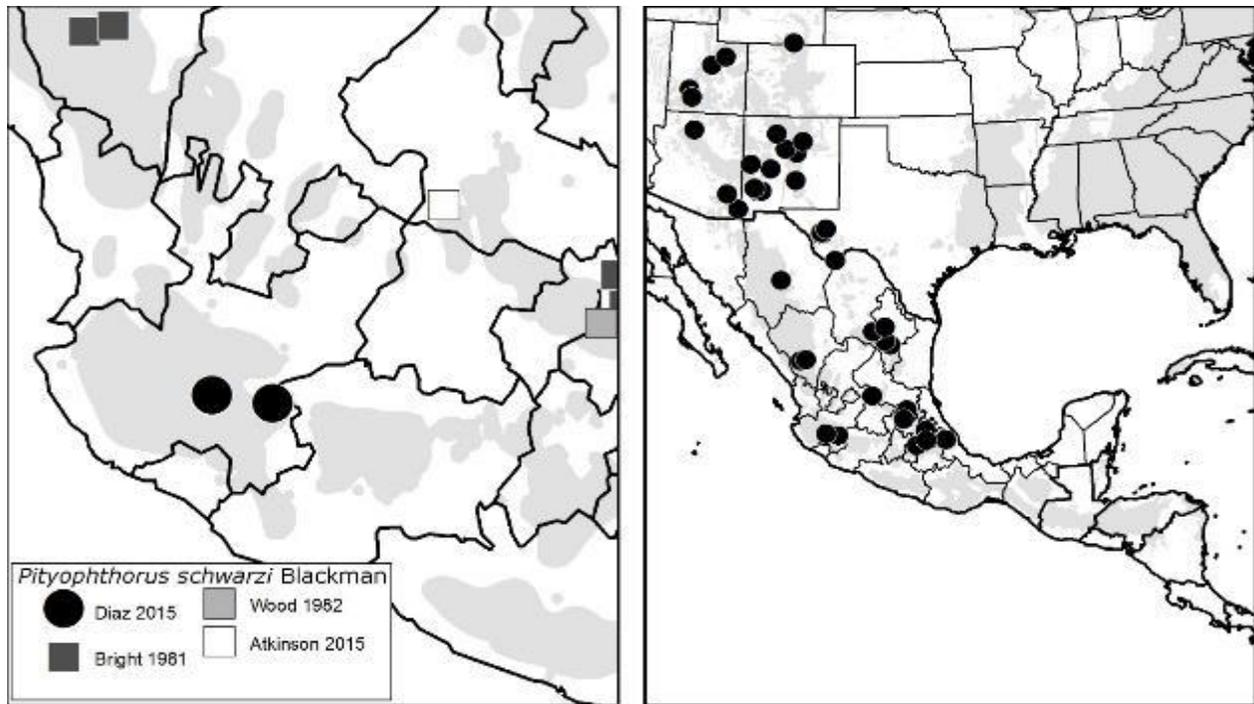
## Grupo: Crassus

### 4.3.10 *Pityophthorus schwarzi* Blackman

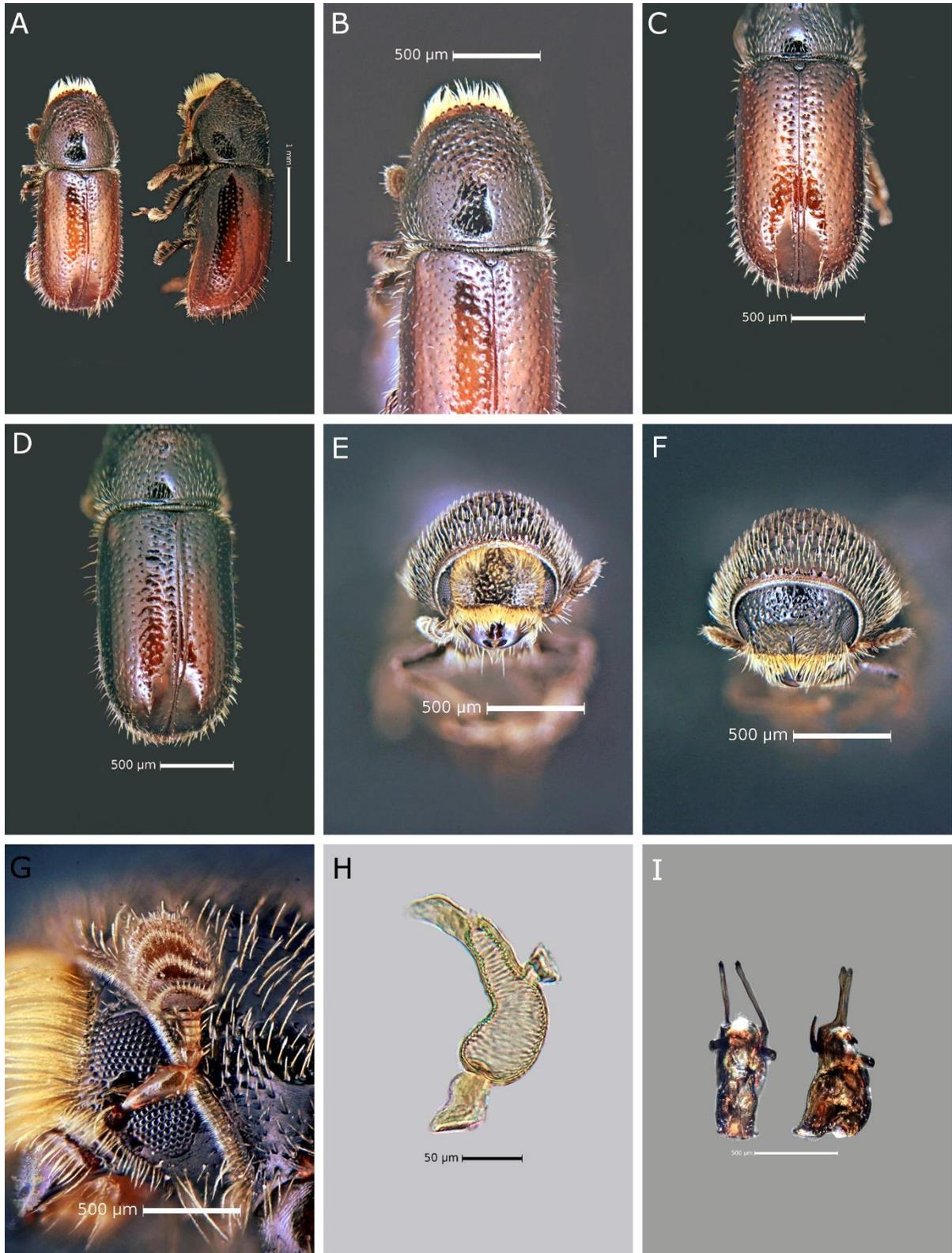
Diagnosis: Longitud de 1.7 a 2.4; frente de la hembra con setas, largas y ligeramente más largas en la periferia, frente del macho con carina corta en forma de diente, no por arriba del nivel de los ojos; cima del pronoto alto, puntuaciones de estrías e interestrías igual en tamaño y el profundidad, pueden presentar setas, declive convexo, bisurcado interestría 1 angosta sin gránulos grandes puede tener gránulos muy finos, interestría 3, moderadamente elevada con seis a ocho gránulos, interestría tres del macho fuertemente elevada llevando 3 a 4 gránulos.

Hospederos: *Pinus leiophylla*, *P. greggii*, *P. ponderosa* y pinos piñoneros: *Pinus cembroides*, *P. edulis*.

Distribución: **MÉXICO:** **JAL:** Mazamitla, Lázaro Cárdenas, 13-IX-14, 2138m., *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Atemajac de Brizuela, 16-XII-14, 2572m., *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa, predio lomas de la cabaña, 09-XII-14, 2527m., *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **VER:** Acajete, 22-11-87, *Pinus patula*, Noguera, M. F. A.; La Joya, 9-VI-83, 2020m., *Pinus patula*, Atkinson, T. H., Equihua, M. A. **HGO:** Jacala, 4 km NE, 4-VI-87, Turbó, R. H.; Tulancingo, 19 mi NE, 24-VI-53, *Pinus* sp., Wood, S. L.; Jacala, 11 (17 km) mi NE, 22-VI-53, *Pinus* sp., Wood, S. L. **SLP:** La amapola, 15-01-84, 2400m., *Pinus cembroides*, Atkinson, T. H.; **CHIH:** Zaragoza, 3 mi W, 23-IV-81, *Pinus chihuahuana*, Furniss, M. M.; Cibrián T. D. **DGO:** Durango, 40 mi W, sin fecha, *Pinus cembroides*; Durango, 23 mi W, *Pinus cembroides*; **NLEON:** San Roberto, 15 mi E, 5-V-71, *Pinus cembroides*, Bright, D. E.; Cerro Potosí, 2-V-71, *Pinus* sp., Bright, D. E.; **COAH:** Saltillo 0-IX-68, *Pinus* sp., Puerto Flores, 23-IX-69, *Pinus* sp. **TLAX:** Tlaxco. **ESTADOS UNIDOS.**



**Figura 22.** Distribución de *Pityophthorus schwarzi* Blackman.



**Figura 23.** *Pityophthorus schwarzi*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

### **Grupo: Confusus**

#### 4.3.11 *Pityophthorus confusus* Blandford

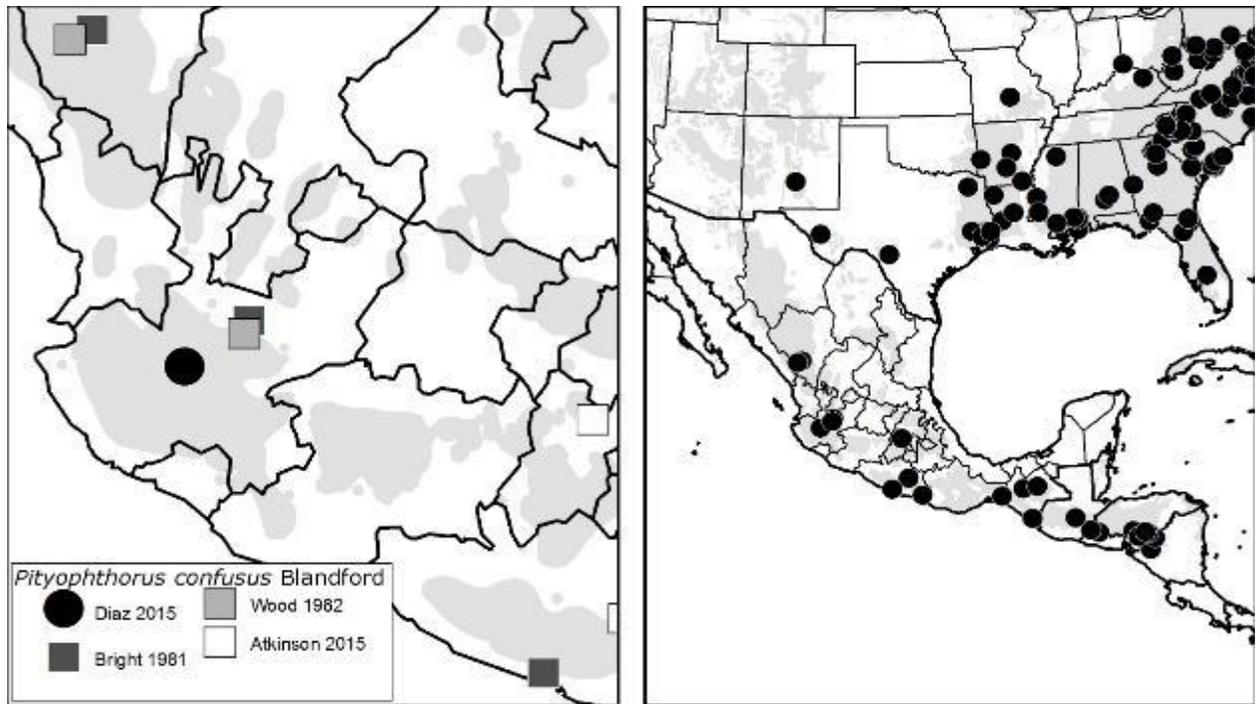
Sinonimia:

*Pityophthorus bellus* Blackman

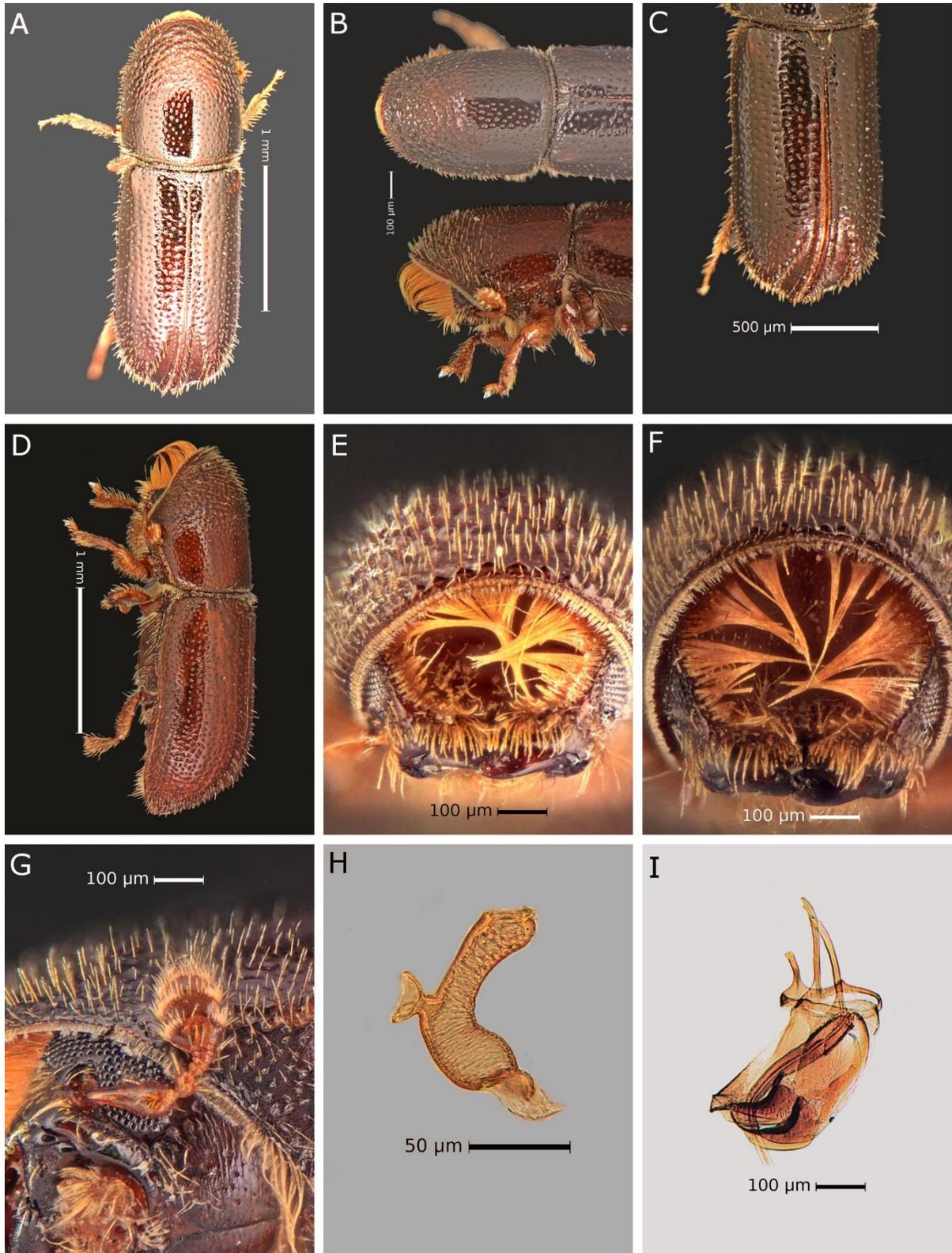
Diagnosis: 2.1 1 2.9 mm. Característico de este grupo es que presenta una ranura en el margen lateral del pronoto, frente de la hembra con setas dispuestas de manera semicircular, densas y curvadas en la periferia, frente del macho puede ser idéntico a la hembra o tener setas cortas y dispersas; interestría 1 ligeramente elevada, con 6 a 8 gránulos finos, interestría 3 igual que la 1 pero con una línea de finos gránulos.

Hospederos: *Pinus douglasiana*, *P. michoacana*, *P. oocarpa*

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Sierra de Quila, 27-II-14, 2451m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Guadalajara, 14, mi (23 km) NW, 30-IV-77, Howden, H. F.; Martín. **GRO:** Ometepepec, 0-4-77, 2000m.; Chilapa, 23-II-82, 2040m., *Pinus* sp., Atkinson, T. H., Equihua, M. A.; Tixtlancingo, 10-VII-77, Coster, J.L. **CHIS:** Altamirano, 12-XI-80, 1200m., *Pinus oocarpa*, Gómez, L., Lázaro Cárdenas, 21 mi W, 26-06-69, *Pinus oocarpa*, Bright, D. E.; Jct Autopista 190 y 195, 12-V-69, *Pinus michoacana*, Bright, D. E.; Altamirano, 0-XI-66. **DGO:** El salto, 20 mi NE, 23-VII-53, *Pinus* sp. **HONDURAS, NICARAGUA, EL SALVADOR, ESTADOS UNIDOS.**



**Figura 24.** Distribución de *Pityophthorus confusus* Blandford.



**Figura 25.** *Pityophthorus confusus*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.3.12 *Pityophthorus annectens* LeConte

Sinonimia:

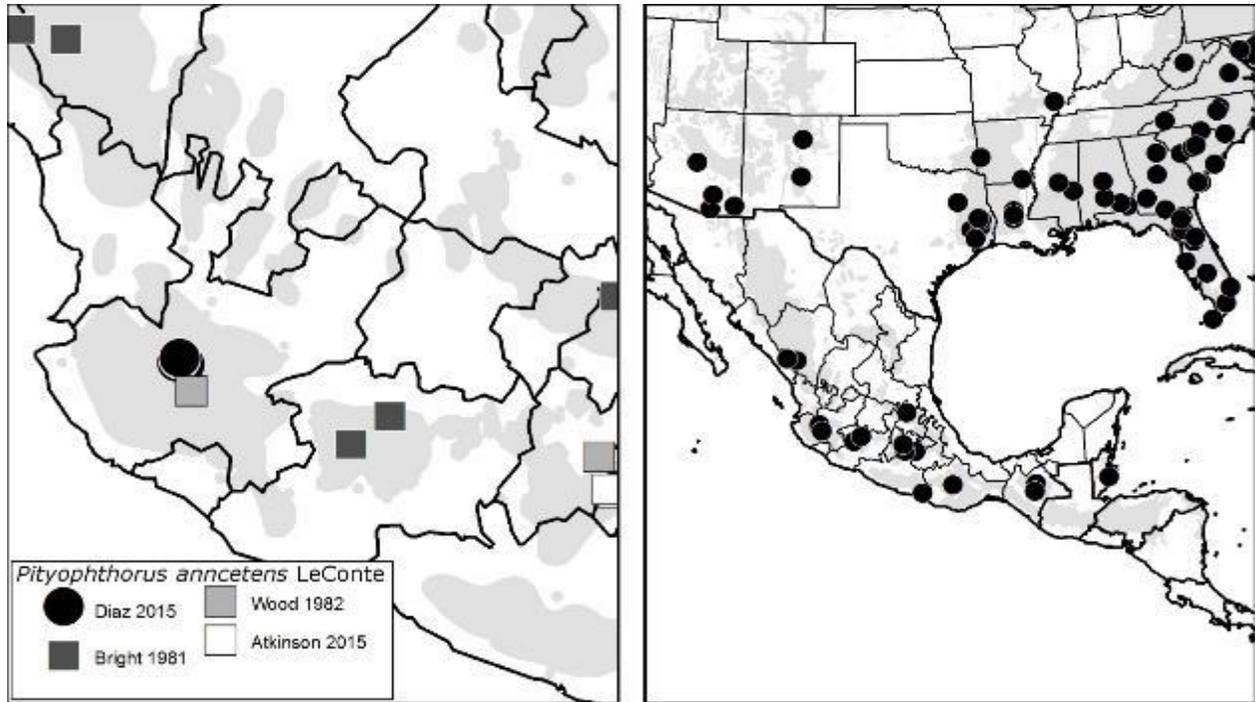
*Pityophthorus citus* Blackman

Diagnosis: Tamaño de 1.4- 1.7 mm. Frente de hembra con setas dispuestas de manera semicircular, más largas en la periferia y curvadas hacia el centro; antena oval-elongada; margen lateral del pronoto ranurado; declive profundo, bisurcado y fuertemente acuminado; interestría 1 ligeramente elevada, interestría 2 ligeramente más amplia que el disco, interestría 3 con gránulos en interestría 3 muy finos o poco aparentes; Macho con frente punteada, setas muy cortas y escasas, e interestría 3 con gránulos pequeños.

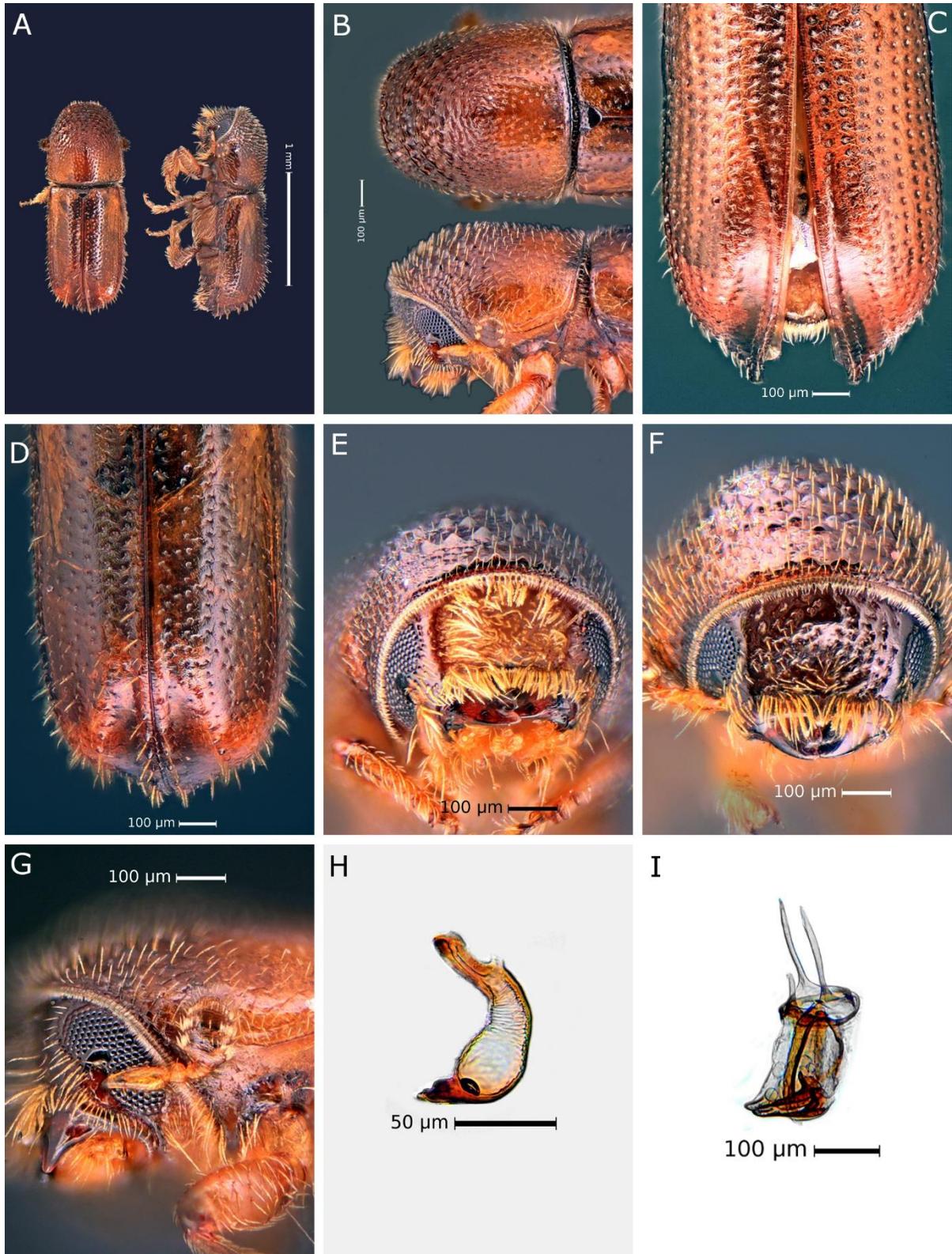
Hospederos: *Pinus herrerae*, *P. douglasiana*, *Pinus caribaea*, *P. edulis*, *P. elliotii*, *P. palustris*, *P. ponderosa*, *P. taeda*, *P. engelmannii*.

Distribución: **JAL**: Mascota, Carr. Ameca-Mascota, 31-X-14 1906, *Pinus douglasiana*, 1496m., *Pinus lumholtzii*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Atemajac de Brizuela: Carr. hacia Atemajac de Brizuela, 03-I-15, 2169m., *Pinus lumholtzii*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Sierra de Quila, 28-X-14, 2020m., *Pinus oocarpa*, 9-XI-14, 2451m., *P. douglasiana*, 16-XII-14. 2072m. *P. herrerae*.

**CHIS**: 20 m, NW de Comitán, 17-VI-14, *Pinus* sp., S.L. Wood (SLWC). **DGO**: 68-70 min W de Dgo, 18-VI-71, *P. engelmannii*, D.E. Bright (CNC). **HGO**: Jacala, 18-I-36, *Pinus lawsoni*, D. DeLeon (USNM)1. **MICH**: 18 mi W de Quiroga, 17-VII-65, *Pinus*, S.L. Wood (SLWC)2; 6 min E del Volcán Paricutin, 19-VI-65, *Pinus*, S.L. Wood (SLWC)2. **OAX**: Textitlán, Sola de Vega, 1-III-73, (INIF), hospederos Wood, *Pinus caribaea*, *P. edulis*, *P. elliotii*, *P. palustris*, *P. ponderosa*, *P. taeda*, *Pinus* spp. **BELICE, ESTADOS UNIDOS.**



**Figura 26.** Distribución de *Pityophthorus annectens* LeConte.



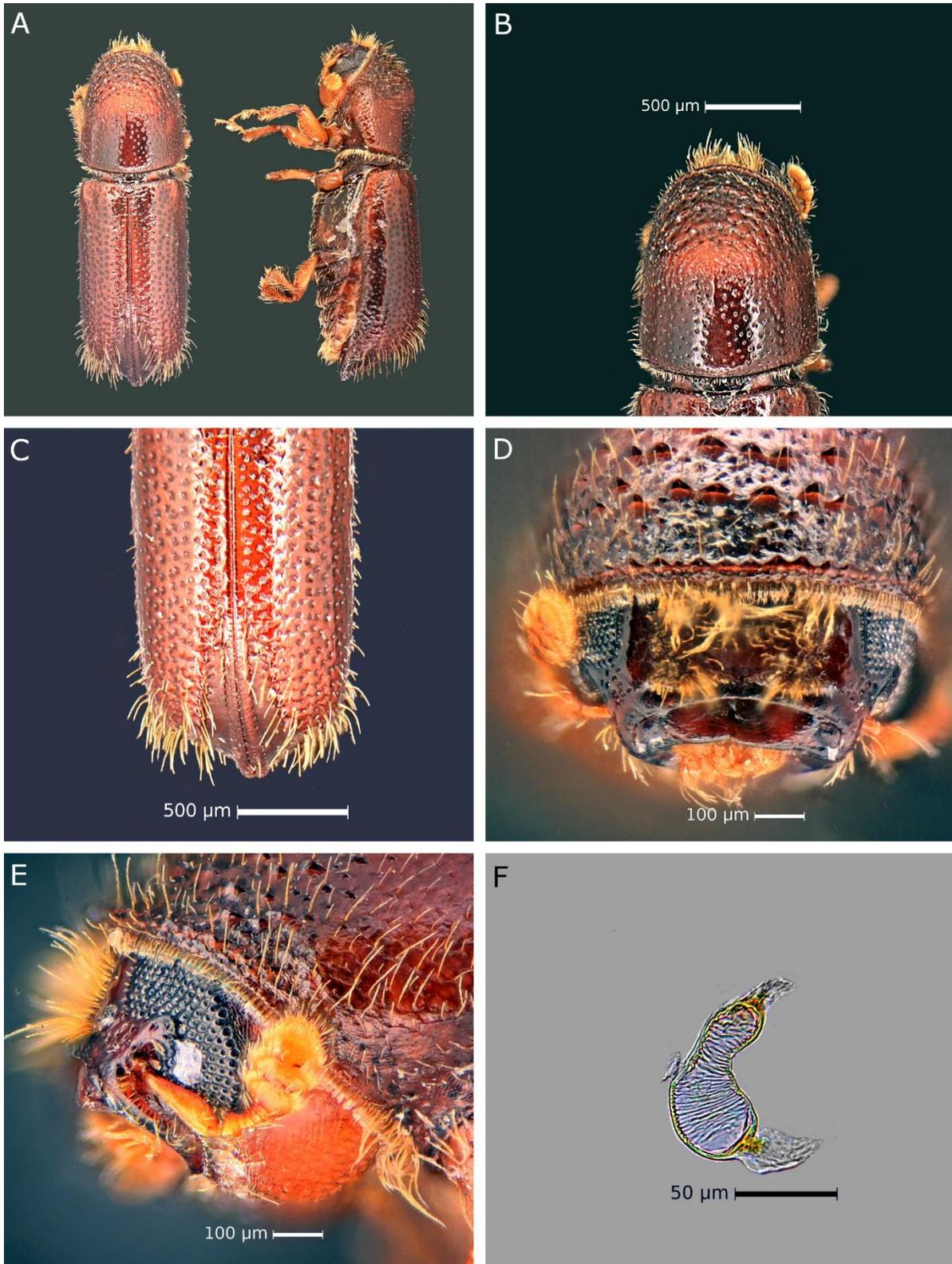
**Figura 27.** *Pityophthorus annectens*; A: dorsal-lateral, B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.3.13 *Pityophthorus spadix* Blackman

Diagnosis: 2.4 a 3.0 mm; (nuevo registro para el estado) Frente de la hembra con un pequeño callo, justo por encima de epistoma en la parte media, setas erectas moderadamente largas, frente del macho con puntuaciones del epistoma hasta por encima de los ojos; declive profundamente surcado, Interestría 1 ligeramente elevada, con unos pequeños gránulos, interestría 2 sin puntuaciones, opaca, reticulada, interestría más fuertemente elevada y tubérculos grandes; ambos sexos con setas largas en las interestrías del declive.

Hospederos: *Pinus leiophylla*, *P. oocarpa*, *Pinus pseudostrobus*,

Distribución: **MÉXICO:** **JAL:** Mazamitla, Lázaro Cárdenas, 13-IX-14, 2138m., *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa, Carr. a Tapalpa, 9-XII-14, 2163m., *Pinus oocarpa*. Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **GRO:** Chilapa, 23-II-82, 2040m., *Pinus oocarpa*, Atkinson, T. H.; Equihua, M. A. **PUE:** Puebla.; Camotitlán, 17-III-12, *Pinus leiophylla*, Atkinson. **TLAX:** La Malinche, *Pinus* sp., Campos, B. R.; Carr. México-Apizaco, límites estatales, 17-III-81, Equihua, M. A.; Calpulalpan, 29-XII-72, *Pinus pseudostrobus*, Cibrián, T. D. **MEX:** Río Frío, 3-X-36, *Pinus leiophylla*, DeLeon, D.; Texcoco 5-II-62, *Pinus* sp., Coronado, P. R.; Carr. México-Apizaco, km 43, 17-II-81, 2780m., *Pinus montezumae*, Atkinson, T. H.; Equihua, M. A. **HGO:** Jacala, 11 (17m)mi NE, 22-VI-53, *Pinus* sp., Wood, S. L. **OAX:** Nochixtlán, 17-VI-67, *Pinus* sp., Wood, S. L. **MICH:** Volcán Paricutín, 19-VI-65, 2500m., *Pinus* sp. Wood, S. L. **DGO:** El salto, 17 km W, 7-VI-65, 2500m., *Pinus pseudostrobus*, Wood, S. L.; Durango, 40 mi(64 km) W, 4-VI-65, 2500m., *Pinus* sp., Wood, S. L. **CHIH:** San Juanito, 16-III-74, *Pinus* sp. Furniss, M. M.



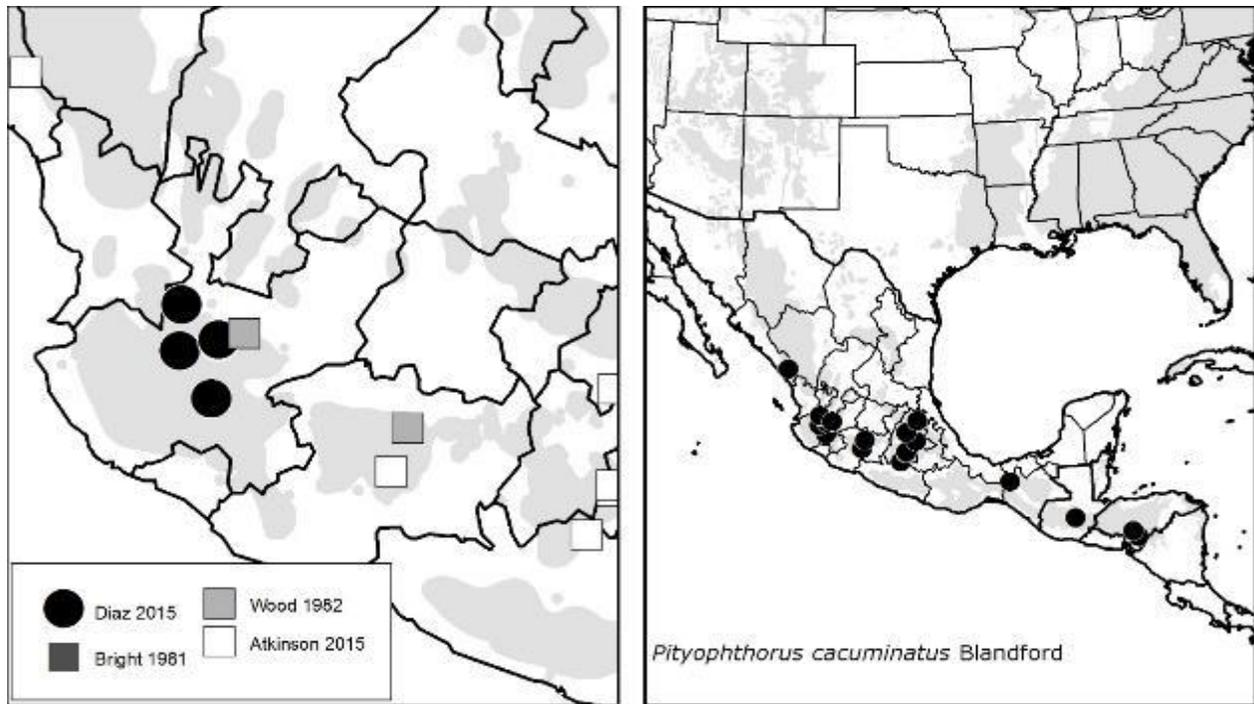
**Figura 28.** *Pityophthorus spadix*; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D frente hembra; E: antena; F: espermateca.

#### 4.3.14 *Pityophthorus cacuminatus* Blandford

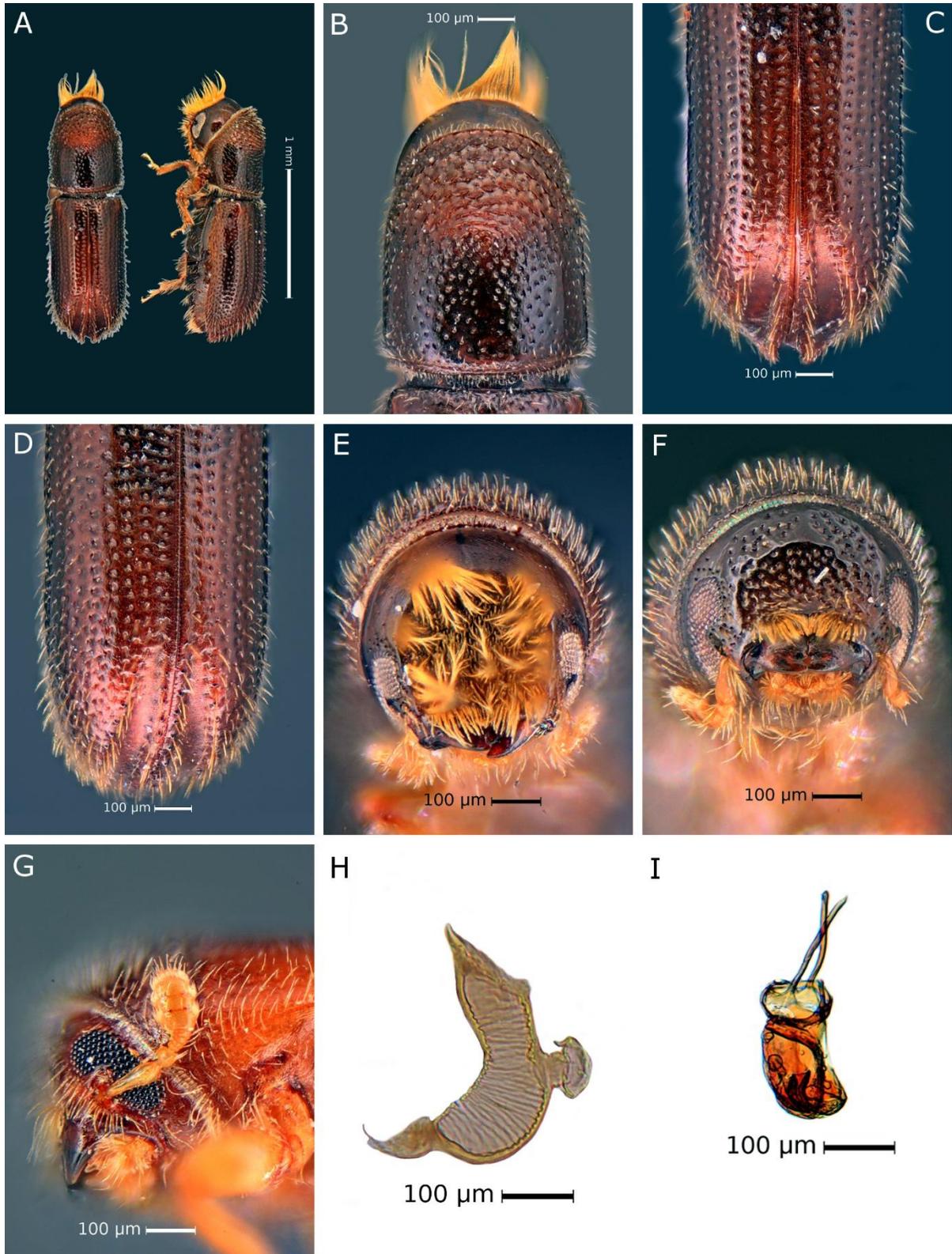
Diagnosis: Longitud: 1.5-1.7. Frente de la hembra con setas del mismo tamaño que cubren toda la frente, más largas en la periferia, frente del macho con puntuaciones hasta por encima del nivel de los ojos, setas finas, cortas y dispersas, con un callo, pequeño, aplanado por encima del nivel de los ojos.

Hospedero: *Pinus oocarpa*, *P. devoniana*, *Pinus tenuifolia*, *Pinus patula*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus greggii*

Distribución: **MÉXICO:** **JAL:** Mascota, Carr. Ameca-Mascota, 31-X-14, 1755m., *Pinus oocarpa*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa, Carr. a Tapalpa, 02-I-15, 2178m., *Pinus devoniana* Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; 3-12-14, Tapalpa, Predio San Antonio, 2329m., *Pinus devoniana*; Tapalpa, Carr. a la Frontera, 3-XII-14, *Pinus devoniana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa, Carr. Atemajac de Brizuela-La frontera, 10-XII-14, 2336m., *Pinus devoniana*.; Tala, Cuxpala, Bosque-Escuela, 4-X-14, 1546m., *Pinus oocarpa*. Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **CHIS:** Ángel Corzo, 17-II-85, 1300m., *Pinus tenuifolia*, Bermúdez, N.; Ángel Corzo, 5-I-85, 800m., *Pinus oocarpa*, Bermúdez, N.; **GRO:** Taxco, 22-II-82, 1900., *Pinus* sp., Atkinson, T. H. Equihua, Martínez, A. **MOR:** Sta María, sin fecha, 1860m., *Pinus michoacana*. Huitzilac, 14-IX-81, 2600m., *Pinus michoacana*, Brugos, S. A. **HGO:** El Cardonal, 27-III-81, 2250m., *Pinus greggii*, Atkinson, T. H.; Zacualtipán, 0-7-80, 1900m., *Pinus patula*, Guerrero, M.E.; Pineda, C.; Carr. Texcoco-Calpulalpan, limites Edo, Tlaxcala, 17-III-81, 2870m., *Pinus montezumae*, Equihua M. A. **MICH:** Ario de Rosales, 31-X-80, 1640m., *Pinus pseudostrobus*, Atkinson, T. H.; Equihua, M. A. **DGO:** La Capilla de Taxte, 50-58 km NE, 1-X-90, Turnbow, R. H. **HONDURAS, GUATEMALA.**



**Figura 29.** Distribución de *Pityophthorus cacuminatus* Blandford.



**Figura 30.** *Pityophthorus cacuminatus*; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.3.15 *Pityophthorus ca. bassetti* Blackman

Diagnosis: longitud 1.8 a 2.3 mm. Frente de la hembra con setas en semicírculo del mismo largo, no sobrepasa el nivel de los ojos las setas en la periferia son las largas y curvadas, frente del macho, con puntuaciones y una pequeña cresta por encima del nivel de los ojos; la hembra con la interestría tres más elevada que la uno, con alrededor de siete gránulos pequeños, el macho con 10 gránulos un poco más grandes.

Hospederos: registrado en *Picea*. Se encontró en *Pinus douglasiana*, *P. devoniana*

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Mascota, Carr. Ameca-Mascota, 31-X-14, 1906m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Mascota: Carr. Ameca-Mascota, 10-XII-14, 1393m., *Pinus douglasiana*; Tapalpa, Carr. Atemajac de Brizuela-La Frontera, 02-I-15, 2336m., *Pinus devoniana*; **CHIH:** La Laja, 16-VII-60, *Picea chihuahuana*, Wood, S. L. **CANADA, ESTADOS UNIDOS.**

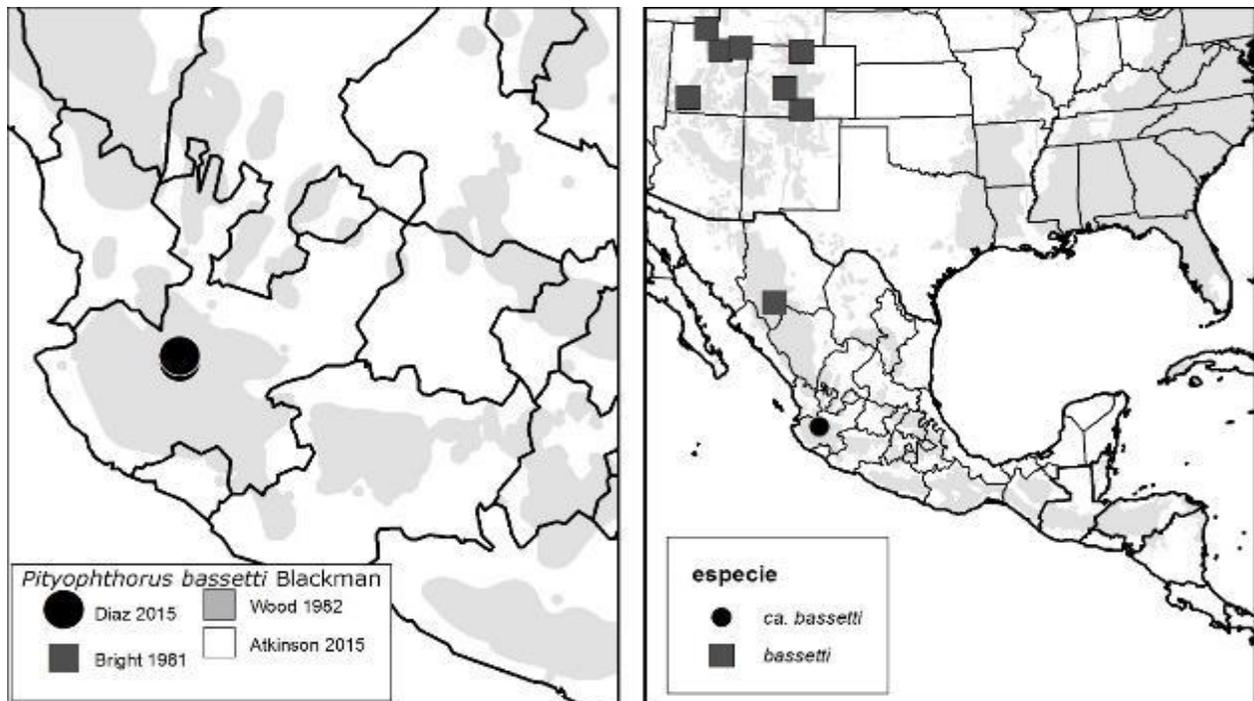
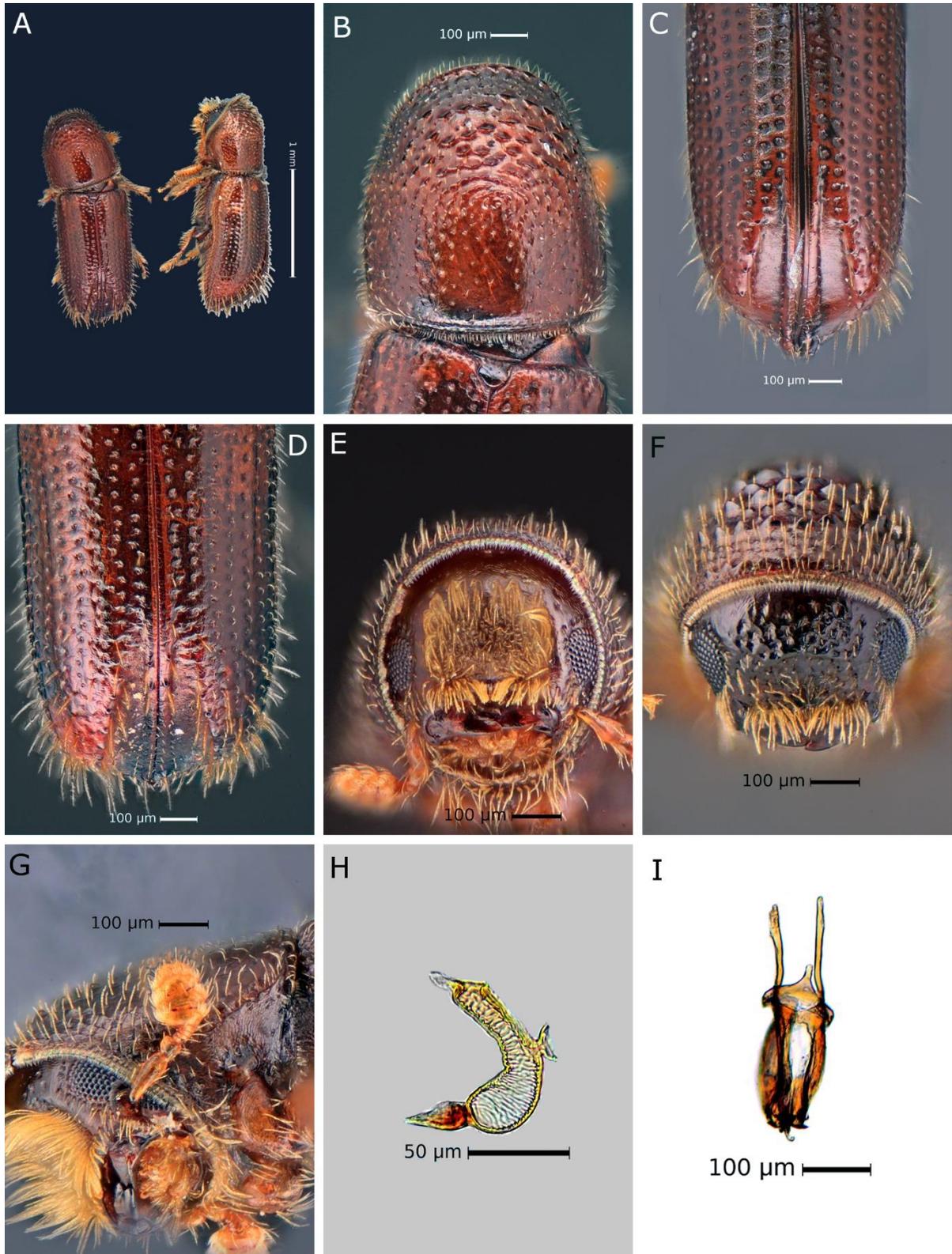


Figura 31. Distribución de *Pityophthorus ca. bassetti* Blackman.



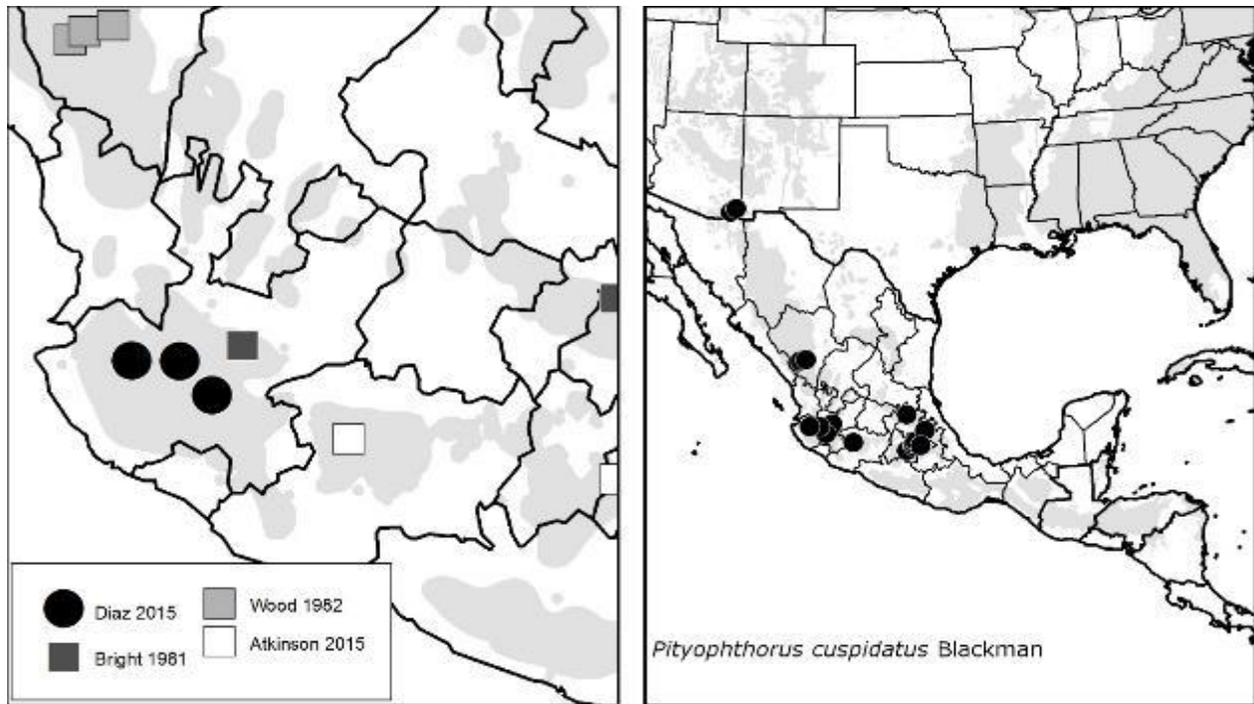
**Figura 32.** *Pityophthorus ca bassetti*; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.3.16 *Pityophthorus cuspidatus* Blandford

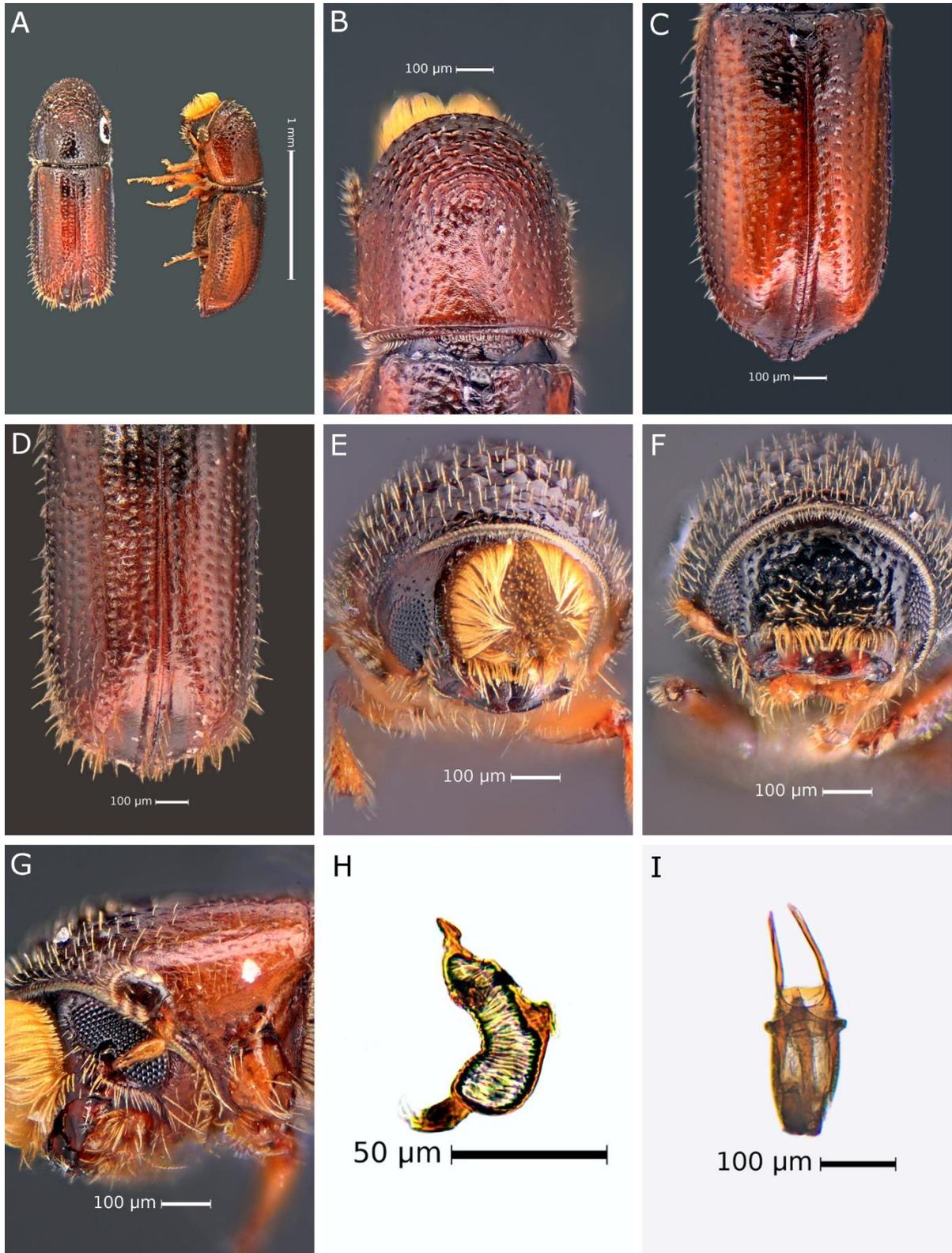
Diagnosis: longitud 1.8 a 2.2 mm. Frente de la hembra con setas cubriendo casi la totalidad de la frente, más largas y curvadas en la periferia, frente del macho puntuada con pocas setas, cortas y dispersas no sobrepasa el nivel de ojos, antena oval-elongada; dimorfismo sexual también en declive elitral, hembra con vestidura suave y brillante, con puntuaciones finas, en líneas rectas y con setas muy finas poco visibles, macho vestidura setosa, con gránulos y setas en interestría uno e interestría tres.

Hospederos: *Pinus douglasiana*, *P. leiophylla*, *Pinus greggii*, *Pinus montezumae*, *Pinus lawsoni*, *Pinus pseudostrobus*.

Distribución: **MÉXICO:** **JAL:** Mascota, Carr. Ameca-Mascota, 31-X-14, 1893m., *Pinus douglasiana*, y 1906m., *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Atemajac de Brizuela, 16-XII-14, 2572m., *Pinus leiophylla*; Guadalajara, 14mi (23km) NW, 19-VII-53, *Pinus* sp. Wood, S. L. **MOR:** El capulín, sin fecha, 2895m., *Pinus* sp.; **MEX:** Parque Nac. Zoquiapan, 15-IV-77, *Pinus hartwegii*, Cibrián, T. D.; Parque Nac. Zoquiapan, 24-V-81, 3200m., Cibrián, T. D.; Cerro Tlálloc, Tequesquinahuac, 29-IV-81, 3230m., *Pinus greggii*, Atkinson, T. H.; Equihua, M. A., Carr. México-Apizaco, límites estatales, 9-I-80, *Pinus pseudostrobus*; **MICH:** Angahuan, 0-XII-79, *Pinus montezumae*, Campos B. R.; **TLAX:** Carr. México-Apizaco, km 49, 17-III-80, *Pinus montezumae*, Equihua, M. A. **HGO:** Pachuca-Huachinango, km 76, 19-VII-61; **PUE:** Jacala, 18-I-36, *Pinus lawsoni*, DeLeon, D.; Texmelucan. **DGO:** EL salto, Durango, 60 mi (96 km) W; Durango, 37 Km W.



**Figura 33.** Distribución de *Pityophthorus cuspidatus* Blandford.



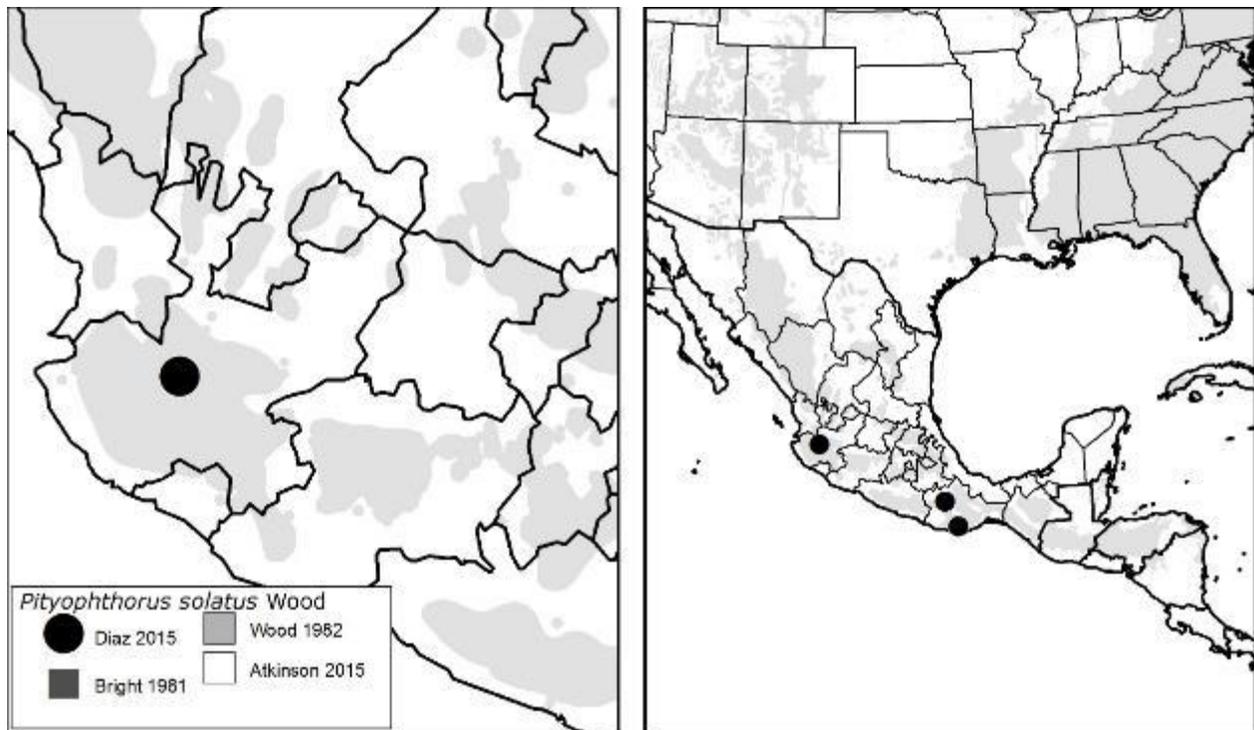
**Figura 34.** *Pityophthorus cuspidatus*; A: dorsal-lateral; B: pronoto; C: declive hembra; D: declive macho; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.3.17 *Pityophthorus solatus* Wood

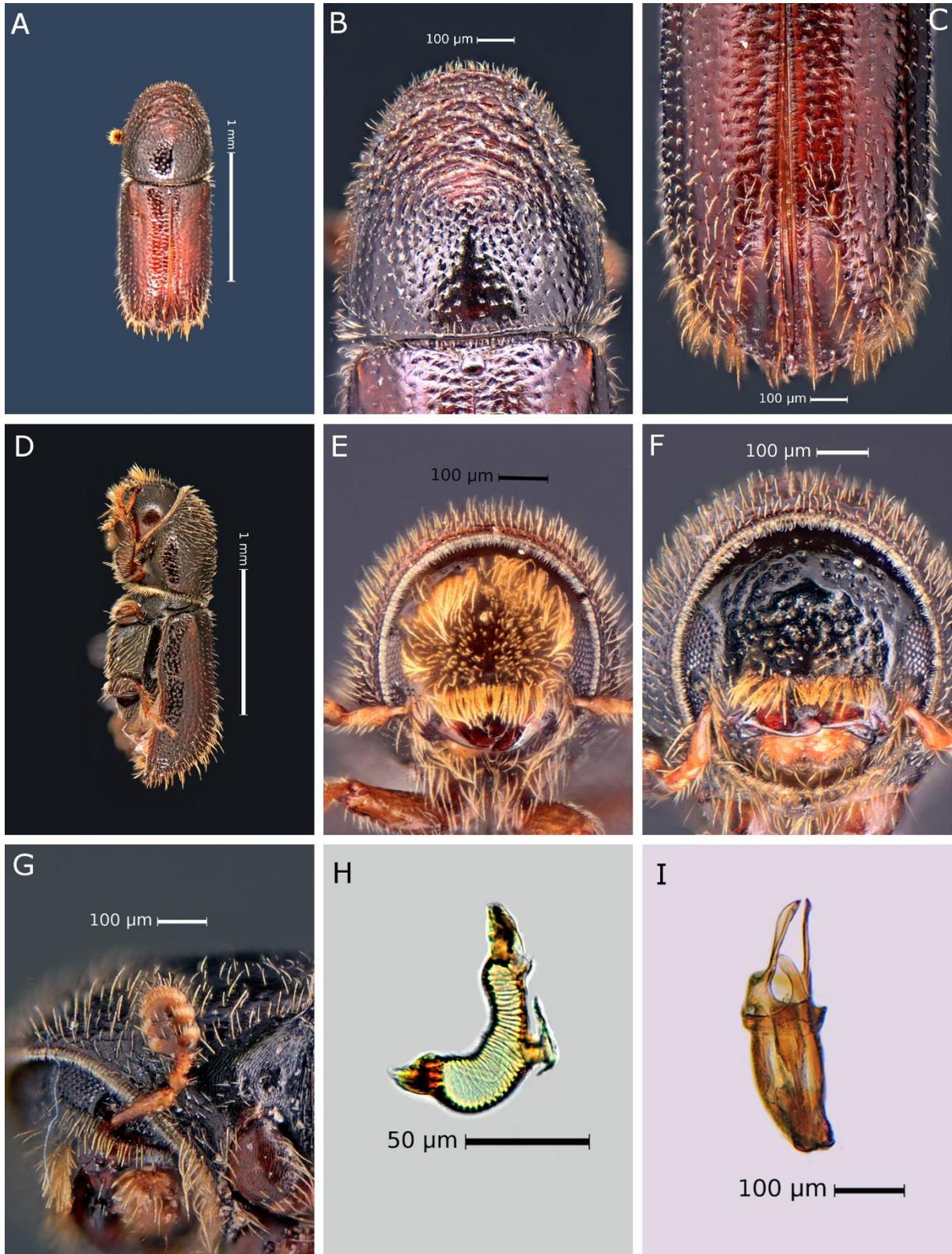
Diagnosis: longitud 1.9 a 2.2mm. Frente de la hembra con semicírculo de setas por encima del nivel de los ojos, con setas cortas al centro y en la periferia setas largas y curvadas. Frente del macho con una carina arqueada por encima del nivel de los ojos, superficie con puntuaciones y setas sobre el epistoma.

Hospederos: *Pinus douglasiana*, *Pinus leiophylla*, *Pinus devoniana*, *P. lawsoni*.

Distribución: **MÉXICO: JAL:** Carr. Ameca-Mascota, 31-X-14, 1906m, *Pinus douglasiana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Carr. a Tapalpa, 9-XII-14, 2178m., *Pinus devoniana*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa, predio Lomas de la Cañada, 3-XII-14, 2527m., *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A.; Tapalpa 2-I-15, 2527m., *Pinus leiophylla*, Díaz, R. S. G. y Rodríguez R. A. **OAX:** Suchixtepec, 3.5 mi S, Carr. 175, sin fecha, *Pinus lawsoni*, Bright, D. E.; Oaxaca, 51 mi W, 0-V-71, 2286m.



**Figura 35.** Distribución de *Pityophthorus solatus* Wood.



**Figura 36.** *Pityophthorus solatus*; A: dorsal; B: pronoto; C: declive; D: lateral; E: frente hembra; F: frente macho; G: antena; H: espermateca; I: edeago.

#### 4.4 Fluctuación poblacional de especies del género presentes en Bosque la Primavera colectados mediante de trampas Lindgren cebadas con feromonas

Del estudio de fluctuación se encontraron siete especies de *Pityophthorus* (Cuadro 1); seis de ellas asociados a pinos y una especie no asociada con pinos (*P. exquisitus*). En 2010 aparecen solo cinco especies de las siete totales; en el 2011 cinco especies y en el 2012 siete especies. Tres de las siete especies son nuevos registros para el estado: *Pityophthorus obtusipennis*, *P. oclusus* y *p. segnis subopacus*. La especie más abundante fue *P. cacuminatus* seguida de *P. exquisitus*, y por último *P. schwerdtfegeri*.

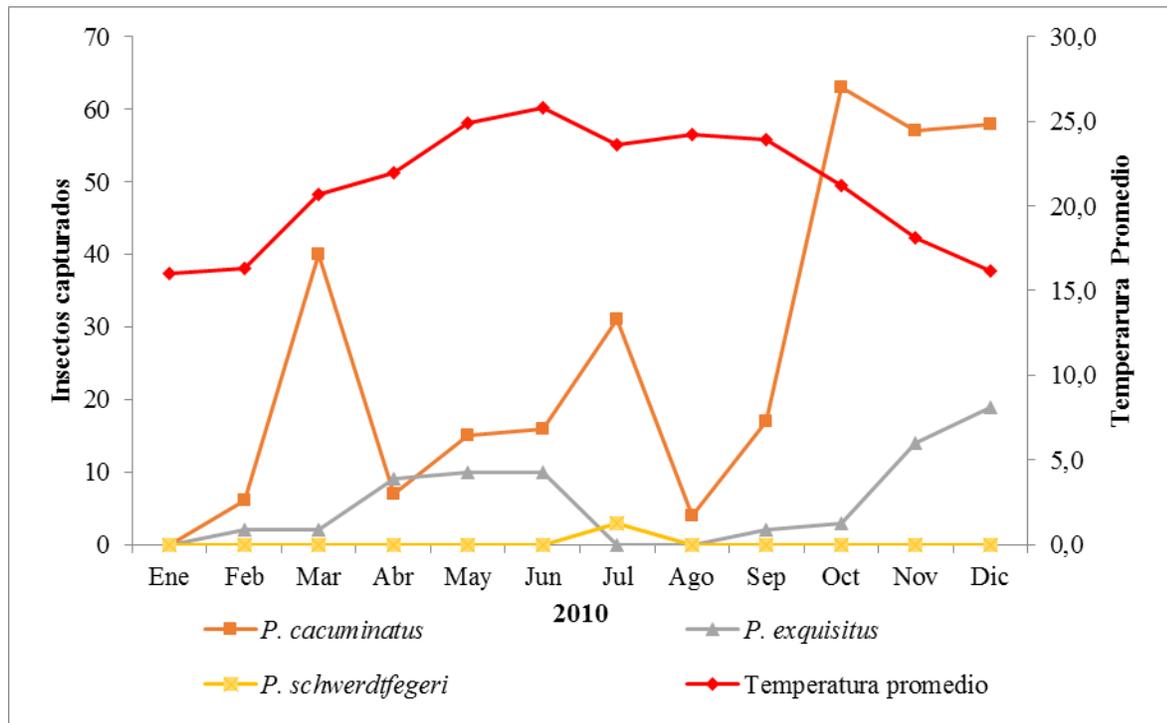
**Cuadro 3.** Especies de *Pityophthorus* recolectados durante los tres años de trampeo (2010-2012) en el Campo Experimental Bosque Escuela (CEBE) Tala, Jalisco.

Especies	No de individuos
<i>Pityophthorus cacuminatus</i> Blandford 1904	719
<i>P. exquisitus</i> (Blackman) 1942	105
<i>P. schwerdtfegeri</i> Schedl 1956	22
<i>P. oclusus</i> Bright 1976	4
<i>P. segnis subopacus</i> Blackman 1942	13
<i>P. obtusipennis</i> Blandford 1904	1
<i>P. scabridus</i> Schedl 1956	1

De las especies capturadas, *P. cacuminatus* presentó la mayor abundancia con un total de 719 individuos en los tres años. Bright (1981) y Wood (1982) incluyen entre sus hospederos a *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl., la cual es la especie dominante en el Bosque la Primavera. Aunque estos descortezadores presentan una feromona específica, fueron atraídos por la trampas cebadas con frontalina + alfa-pineno. Brauner & Groot (2007) mencionan que *Pityophthorus puberulus* (LeConte) es atraído por alfa-pineno y beta-pineno, compuestos que se encuentran presentes en el floema de pinos. La kairomona (alfa-pineno) utilizada fue quizá el atrayente principal para los *Pityophthorus* spp.

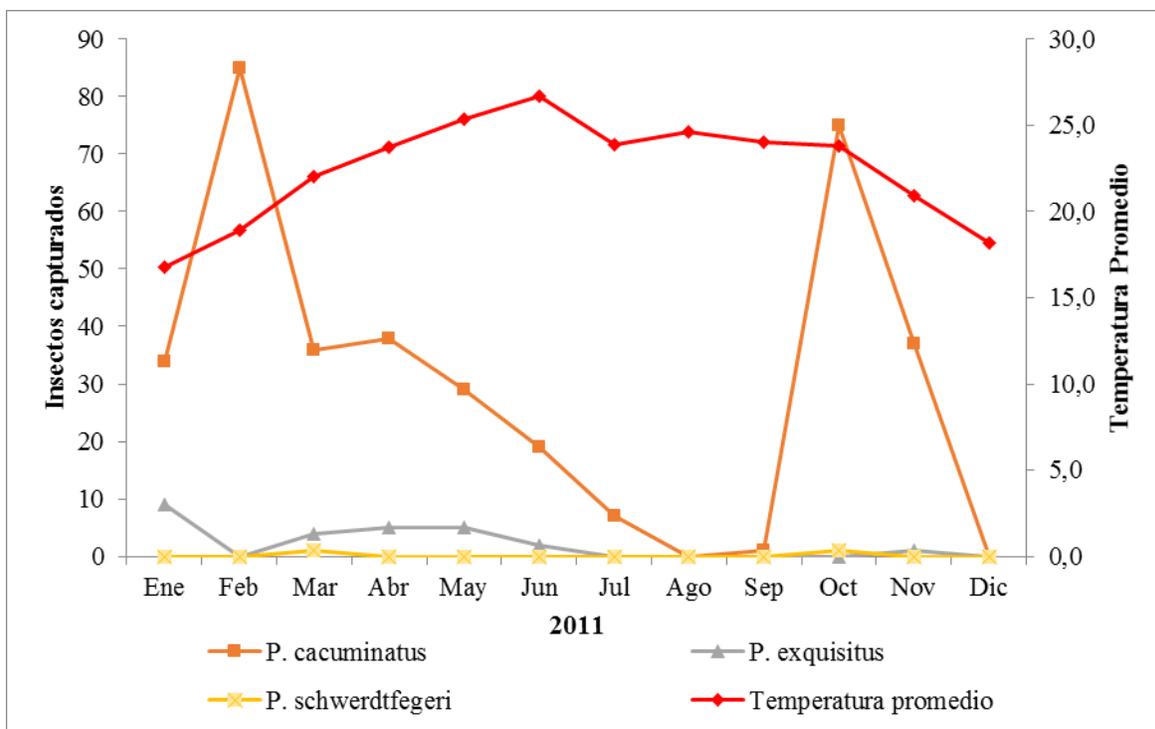
En 2010 *P. cacuminatus* se capturó casi todo el año con 314 individuos (Figura 37) abarcando primavera, verano y su máxima presencia en otoño, con una baja en verano en el mes de agosto. En 2011 hubo 361 individuos (Figura 38) que solo se presentaron en invierno (febrero) y otoño

(Octubre). En 2012 presentó la incidencia más baja en los tres años, con solo 44 individuos (Figura 39) en invierno (febrero).



**Figura 37.** Fluctuación poblacional de *Pityophthorus* spp., en el CEBE del bosque la primavera. Tala, Jalisco 2010.

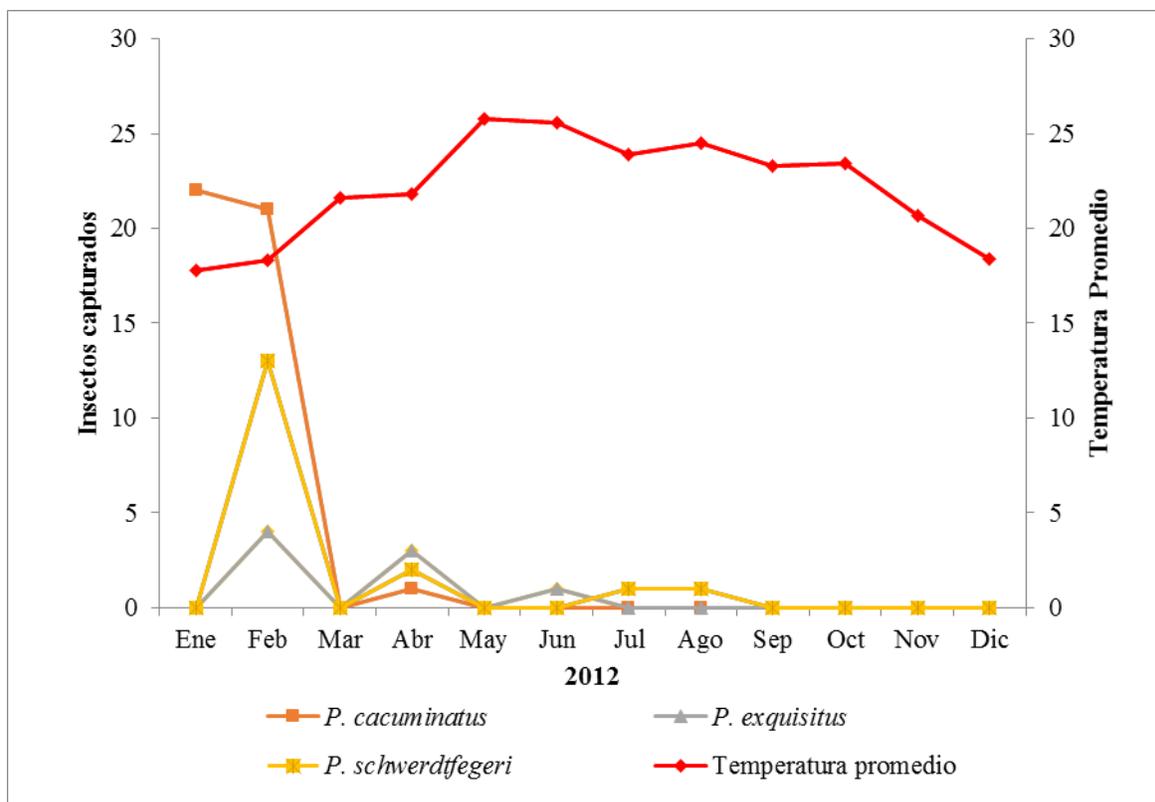
*Pityophthorus exquisitus* no se asocia al género *Pinus*, fue sin embargo la segunda en abundancia. De esta especie en 2010 se recolectaron 71 individuos (Figura 37) en primavera y dos meses del verano; presentaron la tendencia más alta en invierno. En 2011 bajó la incidencia con solo 26 individuos (Figura 38) en primavera, y en el 2012 presentó una baja casi total con solo 8 individuos (Figura 39) en invierno. La atracción de esta especie hacia las trampas quizá se debió al alfa-pineno (Brauner & Groot, 2007). Esta especie, según Bright (1981), está asociada al género *Sambucus* (Adoxaceae) y a algunos arbustos. Atkinson comenta que posiblemente está relacionada a algunos arbustos de la familia Asteraceae (comunicación personal, 2015); los que se distribuyen en la zona de estudio son *Senecio* spp., y plantaciones de Rosa panal (*Viguiera quinqueradiata*) que pudieran estar relacionadas con la especie.



**Figura 38.** Fluctuación poblacional de *Pityophthorus* spp., en el CEBE del bosque la primavera. Tala, Jalisco 2011.

*Pityophthorus schwerdtfegeri* presentó solo 22 individuos. En 2010 solo se recolectaron tres ejemplares (Figura 37) en verano (julio); en 2011 solo dos (Figura 38), uno en primavera (marzo) y otro en otoño (octubre), y en 2012 se registró la mayor cantidad para esta especie con 17 individuos (Figura 39). *P. schwerdtfegeri* es una especie mielófaga; Bright reporta a *Pinus oocarpa* como uno de sus hospederos.

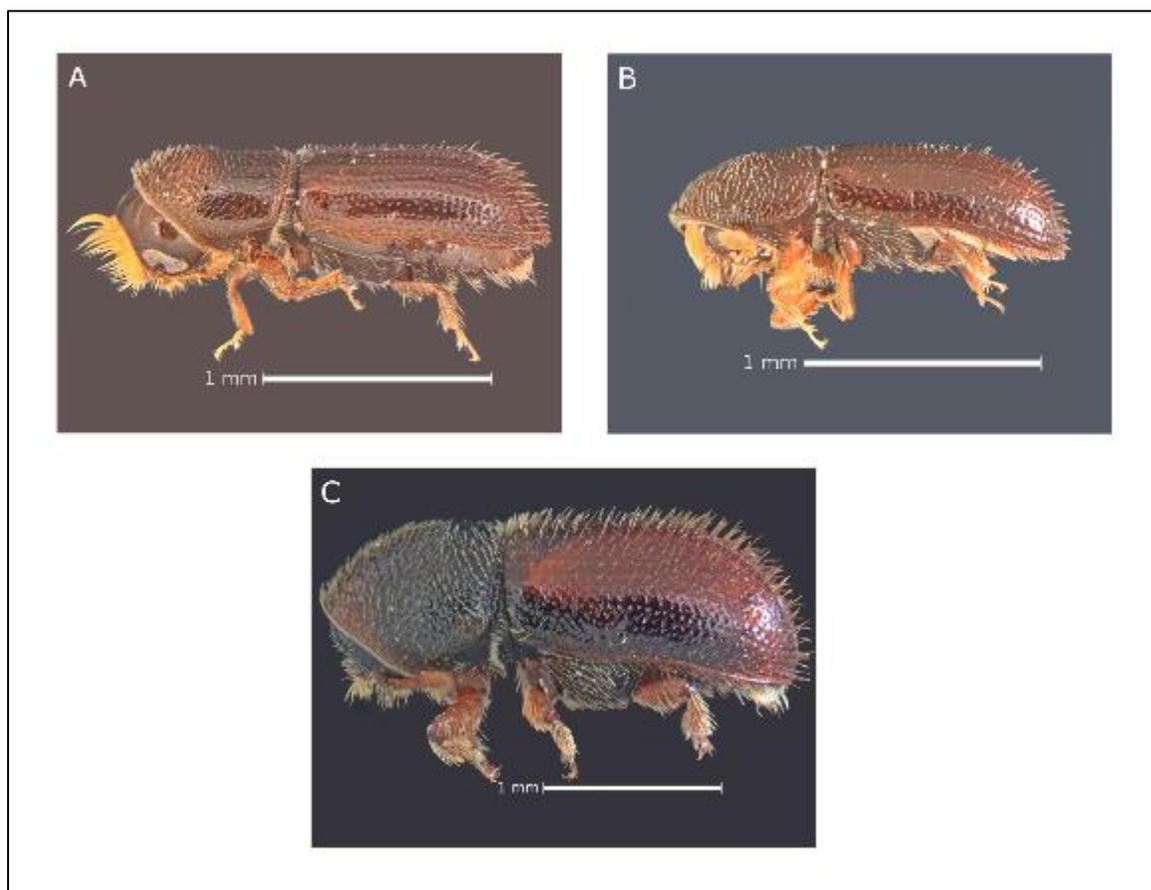
Dentro del muestreo también se identificó a *Pityophthorus segnis subopacus* con 13 individuos en el muestreo. Bright (1981) reporta como uno de sus hospederos a *Pinus douglasiana*. Dentro de la zona de muestreo se encuentra en plantaciones del Bosque Escuela. Otra de las especies encontradas, aunque en menor incidencia, fue *P. occlusus* con cuatro especímenes. Por último, *P. scabridus* con una sola especie en febrero; Bright (1981) menciona como hospedero a *P. oocarpa*. La otra especie que presentó solo un individuo en junio de 2012 fue *P. obtusipennis*. Las especies de pino registradas como hospederos por Bright (1981) y Wood (1982) no se encuentran en la zona de muestreo, aunque ellos mencionan que pueden tener otras especies de *Pinus* como hospederos.



**Figura 39.** Fluctuación poblacional de *Pityophthorus* spp., en el CEBE del bosque la primavera. Tala, Jalisco 2012.

Cabe destacar que en 2012 hubo un incendio forestal en el mes de abril, con afectaciones que alcanzaron una superficie de más de 8, 500 hectáreas (NASA revisado, 2015). Una de las partes más afectadas fue en el noreste de la Primavera, que se ubica en una zona geotérmica en la que hay plantaciones de especies no nativas, lo que podría explicar que la especie *P. obtusipennis*, quizá buscando un nuevo hospedero después del incendio, fue atraído a las trampas o de árboles estresados que liberan señales químicas que hacen que los descortezadores se orienten e inicien el arribo (Raffa *et al.*, 2015). Fonseca *et al.*, (2013) comenta que por el estrés liberado de árboles afectados por incendios el descortezador secundario *Pityophthorus* spp., inicia el arribo. Por otro lado, Bonello *et al.*, (2001) mencionan que cuando las coníferas sufren alguna herida emanan terpenoides, que son atractivos para los descortezadores. Brauner *et al.* (2007) señalan que los atrayentes con mayor éxito para *Pityophthorus puberulus* fueron  $\alpha$ -pineno y  $\beta$ -pineno. En el estudio hecho por Iñiguez *et al.*, (2014) comprobaron que la madera de *Pinus oocarpa* y *P. douglasiana* del Bosque de La Primavera tiene un alto porcentaje de  $\alpha$  y  $\beta$ -pineno tanto en extracto como en aceite, por lo que se podría suponer que la respuesta en abundancia de

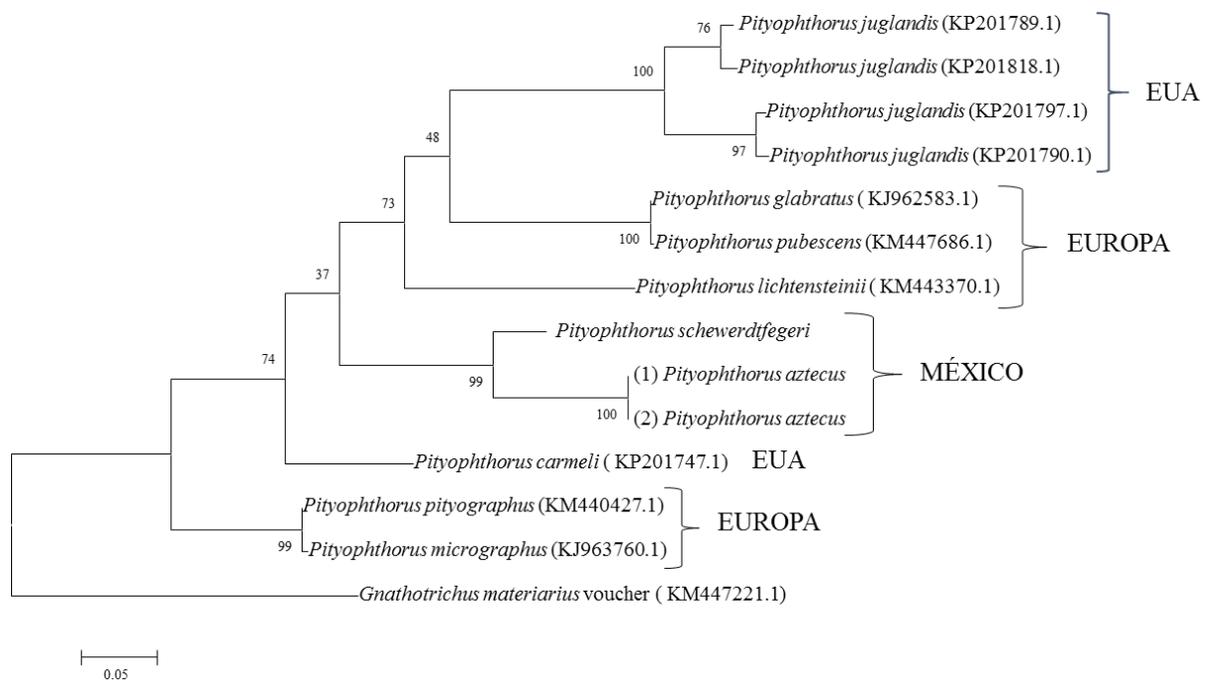
*Pityophthorus cacuminatus* a la kairomona de la trampa se debe a que la especie hospedera *Pinus oocarpa* es la dominante. Sin embargo, Werner (1984) reporta a *Pityophthorus bassetti* Blackman, *P. nitidus* Swaine y *P. nitidulus* (Mannerheim) capturados en trampas cebadas con frontalina, por lo que la feromona frontalina y la kairomona (alfa-pineno) empleada son también atrayentes para *Pityophthorus* spp. Con respecto a la temperatura y abundancia de especies, la especie dominante fue *P. cacuminatus* y la temperatura osciló entre los 18 °C y 23 °C. Cuando la temperatura aumenta en agosto, la incidencia baja; se puede observar que *Pityophthorus* spp. se presenta en otoño, invierno y primavera.



**Figura 40.** Principales especies de *Pityophthorus* registradas en el CEBE del Bosque la Primavera. Tala, Jalisco, 2011. A) *Pityophthorus cacuminatus*; B) *Pityophthorus exquisitus* y C) *Pityophthorus schwerdtfegeri*.

#### 4.5 Estudio Molecular de las dos especies más comunes asociadas a médulas de ramillas de pino

De las especies colectadas para la taxonomía molecular amplificó un individuo de *Pityophthorus schwerdtfegeri* de la localidad de La Primavera, y dos de *P. aztecus*, para el Gen COI. Para el Gen CytB no se lograron amplificar, por lo que solo se analizaron con COI. De las 11 secuencias del GenBank 10 son especies del mismo género y la otra se utilizó como grupo de comparación *Gnathotrichus materiarius* (KM447221.1). Para el Gen COI se analizaron 697 pares, de estos 451 son sitios conservados, 234 sitios variables, y 200 fueron informativos para parsimonia, las secuencias se analizaron bajo el método de Máxima Verosimilitud tomando al modelo de sustitución de nucleótidos GTR+G (General Tiempo Reversible más distribución gama) con un valor del parámetro gama de 1.8 y score resultante de 5634.43 (BIC).



**Figura 41.** Árbol filogenético del gen COI con base en Máxima verosimilitud (ML) con Bootstrap 500 repeticiones.

La reconstrucción filogenética de las especies de *Pityophthorus* se realizó con 697 pares de bases de 13 secuencias de la región de COI que se obtuvieron de NCBI mediante el análisis comparativo BLAST de las secuencias generadas en este estudio y corresponden a nueve especies. El análisis de la filogenia se realizó con el método de Máxima verosimilitud para

nucleótidos y aminoácidos, con la eliminación de pares sabios, en el primer caso la mayoría de los grupos que se forman tienen una alta probabilidad de que sean correctos, con valores de bootstrap de 99 y 100 de probabilidad, sin embargo en las relaciones que tienen entre los grupos esta probabilidad disminuye, esto se puede deber a que la reconstrucción solo se incluyen 9 de 385 especies reconocidas a nivel mundial (Hulcr *et al.*, 2015), por lo que a medida que se incrementa el número de especies esto puede ir cambiando. Por otro lado, la identificación de las especies mexicanas señala variación a en 61 sitios a este nivel, que representa casi el 10% de los sitios analizados, sin embargo todos las mutaciones que se observan son en la posición tres del codón, por lo que en la traslación de estos hacia aminoácidos estos cambios no se observan, lo que soporta la estrecha relación que tienen estas especies y que las escasas diferencias que se observan a nivel morfológico de las hembras que es un pequeño diente en la frente de *Pityophthorus aztecus* y la coloración. En la identificación de especies a nivel molecular con el uso de código de barras del gen COI, Herbert, (2003) señala que en esta región los cambios entre especies son a nivel de aminoácidos y que entre poblaciones a nivel de nucleótidos. Si esto se considera cierto, estas dos especies se debían de considerar como una sola especie, Sin embargo, otros atributos biológicos y de comportamiento son importantes para la separación de especie, que en este caso *Pityophthorus aztecus* se localiza a una altitud mayor de los 2000 msnm por otro lado investigaciones sobre este tipo de eventos en los procesos evolutivos sugiere que esto se deba a un resultado del balance entre las mutaciones y la traslación, y que esto puede contribuir a la evolución de manera significativa en la evolución de genomas (Behura y Severson, 2014), Así como un proceso de selección natural en otros insectos (Kliman, 2014). Por lo que se estudia a nivel de poblaciones podría ser una alternativa para poder entender el proceso de diversificación que se está presentando en estas especies.

## 5. CONCLUSIONES

- Del estudio realizado en las regiones templadas de Jalisco se reportan 17 especies de las cuales nueve son nuevos registros: *Pityophthorus obtusipennis* Blandford, *P. oclusus* Bright, *P. cristatus* Wood, *P. segnis subopacus* Blackman, *P. impexus* (Schedl), *P. schwarzi* Blackman, *P. spadix* Blackman, *ca P. bassetti* Blackman, *P. solatus* Wood, con su hospedero.

- Se realizó una clave dicotómica y se agregaron seis especies que podrían encontrarse en el estado.
- De la fluctuación poblacional realizada del 2010-2012 en el Bosque de La Primavera, se registran siete especies. Donde *Pityophthorus cacuminatus* fue la especie abundante que aparece en otoño, invierno y primavera, seguido de *P. exquisitus* en las mismas estaciones del año pero con una incidencia menor, y por último *P. schwerdtfeferi* en primavera y verano solo el último año con una incidencia muy baja.
- Con el estudio molecular se logró comprobar que las dos especies de médulas de ramillas, *Pityophthorus schwerdtfeferi* y *P. aztecus*, son dos especies diferentes con un soporte del 99%.

## 6. LITERATURA CITADA

Armendáriz, T. F., Niño, A., Sullivan, B. T., Macías, S. J., Víctor, J., Clarke, S. R., Zúñiga, G. 2014. Two Species Within *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Curculionidae): Evidence From Morphological, Karyological, Molecular, and Crossing Studies. *Annals of the Entomological Society of America*. 107 (1): 11-27.

Atkinson, T.H. 2016. Barkbeetles.info. <http://www.barkbeetles.info/index.php>. Consultado 9 de enero, 2016.

Atkinson, T. H., Saucedo, C. E., Martínez, F. E., Burgos, S. A., 1986. Coleopteros Scolytidae y Platypodidae Asociados con las Comunidades Vegetales de Clima Templado y Frio en el Estado de Morelos, México. *Acta Zoológica Mexicana (ns)*. 17:1-58.

Avery K. N, 2013. The Life History and Control of *Pityophthorus juglandis* Blackman on *Juglans nigra* L. in Eastern Tennessee. Master of Science. The University of Tennessee, Knoxville. pp. 93

Behura, S. K., Severson, D. W. 2014. Codon usage bias: causative factors, quantification methods and genome-wide patterns: with emphasis on insect genomes. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 88 (1): 49-61.

Brauner, A. M. & Groot, P. 2007. Response of *Pityophthorus puberulus* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to Pheromones and Terpenes. *The Canadian Entomologist*. 139: 742-747.

Bright, D. E. 1981. *Taxonomic Monograph of the Genus Pityophthorus* Eichhoff in North and Central America (Coleoptera: Scolytidae). *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, No 118. pp 378.

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

Bonello, P., Mcnee, W., Storer, A. J., Wood, D. L., Gordon T. R. 2001. The Role of Olfactory Stimuli in the Location of Weakened Host by Twig-Infesting *Pityophthorus* spp. *Ecological Entomology*. 26: 8-15.

Capetillo, C. E., Cordova, A. V., Sánchez, S. S., Romero, N. J., Pérez, C. M., Mendoza, H. J. H. R. 2014. Fluctuación poblacional de *Selenothrips rubrocinctus* (Giard) en cultivo de cacao en Huimanguillo, Tabasco, México. *Revista Peruana de Entomología*. 49 (2) 137-142.

Cibrián, T. D.; Méndez, M. J. T.; Campos B. R.; Yates III, H. O.; Flores L. J. 1995. *Insectos Forestales de México*. Universidad Autónoma de Chapingo.

Dallara, P. L. 1997, Studies on the Distribution Interespecific Relationship, Host Range, and Chemical, Ecology of *Pityophthorus* spp. (Coleoptera: Scolytidae) and Selected Insectan Associates, and their Association with *Fusarium subglutinans* f. sp. *pini* in Central Coastal California, Philosophiae Doctor. University of California Berkeley. pp.155

Dallara, P. L., Flint, M. L., Seybold S. J. 2012. An analysis of the Larval Instars of the Walnut Twig Beetle, *Pityophthorus juglandis* Blackman (Coleoptera:Scolytidae), in Norther California Black Walnut, *Juglans hindsii*, and a New Host Record for *Hylocurus hirtellus*. *Pan-Pacific Entomologist*. 88(22): 248-266.

Deyrup, M.; Lawrence, R. K. 1983. Apparent Parthenogenesis in *Pityophthorus puberulus* (Coleoptera: Scolytidae). *Annals of the Entomological Society of America*.76: 400-402.

Esposti, M. D., De Vires, S., Crimi, M., Ghelli, A., Patarnello, T., Meyer, A. 1993. Mitochondrial Cytochrome *b*: Evolution and Structure of the Protein. *Biochimica et Biophysica Acta*. 1143: 243-271.

Fonseca-González, J., de los Santos-Posadas, H. M., Rodríguez-Ortega, A., Rodríguez-Laguna, R. 2013. Efecto de Daños por Fuego y Descortezadores Sobre la Mortalidad de *Pinus patula* Schl. Et Cham en Hidalgo, México. *Agrociencia*. 48: 103-113

Hebert, P. D. N., Cywinska, A. Ball, S. L., deWaard, J. R. 2003. Biological Identification through DNA Barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London*. 270: 313-321.

Hulcr, J., Atkinson T.H., Cognato, A. I., Jordal, B. J., McKenna, D.D. 2015. Morphology, Taxonomy, and Phylogenetics of Bark Beetles. Pp. 41-84. Vega, F. E.; Hofstetter, R. W. (Eds.). *Bark Beetle Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. United States: Elsevier

Iñiguez, G. R. M., Esqueda, R. H. C., Escoto, G. T., Ochoa R. H. G., Rodríguez, R. A., Contreras, Q. H. J. 2014. Caracterización Química de Aceites Esenciales y Extractos de Madera de dos Especies de Pinos del Bosque La Primavera. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 6: 42-57

Kliman, R. M. 2014. Evidence That Natural Selection on Codon Usage in *Drosophila pseudoobscura* Varies Across Codons. 4(4): 681-692.

López, S., Iturrondobeitia, J. C., Goldarazena, A. 2013. Field Response of the Twig Beetle, *Pityophthorus pubescens*, to the Aggregation pheromone, (E)-(+)-Pityol, is not inhibited by (E)-(-)-Pityol, and Evidence of monogyny. *Journal of Insect Science*. 13:1-9.

Macías-Sámano, J. E., Rivera-Granados, M. L., Jones, R., Ibarra, G. 2014. Respuesta de Insectos Descortezadores de Pino y sus Depredadores a Semioquímicos en el Sur de México. *Madera y Bosques*. 20: 41-47

Müller, J., Bubler, H., Gober, M., Rettelbach, T., Duelli, P. 2008. The European Spruce Bark Beetle *Ips typographus* in national park: from pest to keystone species. *Biodiversity and Conservation*. 17: 1979-3001.

Navarro, R., Liendo, R. 2010. Fluctuación Poblacional de Scolytidae (Insecta: Coleoptera) en Cacao del Estado de Aragua, Venezuela. *Agronomía Tropical*. 60(3) 255-261.

Raffa, K. F., Grégoire, J. C. & Lindgren B. S. 2015. Natural History and Ecology of Bark Beetle. Pp 1-40. Vega, F. E.; Hofstetter, R. W. (Eds.). *Bark Beetle Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. United States: Elsevier.

Romero, N. J., Segura, L. O. L. 2015. Estatus Taxonómico de *Caryedon serratus* (Oliver)<sup>1</sup> en México. *Southwestern Entomologist*. 40 (2): 387-395.

Rugman, J. P. F., Seybold, S. J., Graves, A. D., Stouthamer, R. 2015. Phylogeography of the Walnut Twig Beetle, *Pityophthorus juglandis* the Vector of Thousand Cankers Disease in North American Walnut Trees. *PLoS ONE*. 10: 1-28.

Torres, L. S. F., 2012. Forensic Entomology: DNA Barcoding for Coleoptera Identification. *Mestrado em Biologia Humana e Ambiente*. Universidad de Lisboa. pp.106.

WangBo, K., Hyun, S. S., Suk, L. J, Ran, M. S., Min, K. S., Liu, J. R., Choi, D., Joong, J. W. 2010. Rapid and Simple Method for DNA Extraction from Plant and Algal Species Suitable for PCR Amplification Using a Chelating Resin Chelex 100. *Plant Biotechnology Report*

Werner, E. A., Holsten E. H., 1984. Scolytidae Associated with White Spruce in Alaska. *Canadian Entomologist*. 116: 465-471.

Weed, A. S., Ayres, M. P., Bentz, B. J. 2015. Population Dynamics of Bark Beetle. p157-176. *Bark Beetle Biology and Ecology of Native and Invasive Species*. pp620. United States: Elsevier

Wilkinson, R. C. & Haak R. A. 1987. Within-tree Distribution of Pine Bark Beetle (Coleoptera: Scolytidae) in Honduras. *Ceiba*. 28:155-133.

Wood, S. L. 1982. The Bark and Ambrosia Beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a Taxonomic Monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs*, 6: 1359