



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DIVISIÓN DE CIENCIAS FORESTALES
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

**DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE *IPS* EN LA
RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA GORDA, QUERÉTARO**

T E S I S

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES**



PRESENTA:

ROLANDO HERNANDEZ RUIZ

**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
COMISION DE EXAMENES PROFESIONALES**

CHAPINGO, ESTADO DE MÉXICO, SEPTIEMBRE DE 2015



La presente tesis titulada: **DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE IPS EN LA RESERVA DE LA BIÓSFERA SIERRA GORDA, QUERÉTARO**; realizada por el alumno **ROLANDO HERNANDEZ RUIZ**, bajo la dirección del comité indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIAS EN CIENCIAS FORESTALES

DIRECTOR:


DR. DAVID CIBRIÁN TOVAR

ASESOR:


DR. GABRIEL A. RODRÍGUEZ YAM

ASESOR:


M. C. RODOLFO CAMPOS BOLAÑOS

Chapingo; Estado de México; septiembre de 2015

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme proporcionado el apoyo económico necesario para poder cumplir mi formación.

A la Universidad Autónoma Chapingo y a la División de Ciencias Forestales, por considerarme dentro de su programa de posgrado y haberme brindado la oportunidad de obtener el grado de Maestro en Ciencias en Ciencias Forestales.

Al Dr. David Cibrián Tovar, por su dirección, conocimientos, sugerencias y tiempo brindado durante el proceso de mi formación de posgrado y desarrollo de la investigación.

Al Dr. Gabriel A. Rodríguez Yam, por su apoyo en la parte estadística, sus recomendaciones en el desarrollo y culminación de esta investigación.

Al M. C. Rodolfo Campos Bolaños, por sus recomendaciones y sugerencias al presente trabajo.

Esta investigación forma parte del proyecto “Diagnóstico y propuesta de manejo integral para el control de insectos descortezadores en los bosques templados de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (RBSG) estado de Querétaro”, a cargo de la Universidad Autónoma Chapingo, en coordinación con la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GIZ por sus siglas en Alemán), la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Núcleos agrarios y poseedores de recursos forestales. Se agradece la colaboración.

DEDICATORIA

A Dios.

Por la vida, salud y fortaleza.

A mis padres:

Por su amor, trabajo y sacrificios; que en todo momento y en cualquier circunstancia me han dado todo lo que está a su alcance.

Zenaida Raquel Ruiz López y Salvador Antonio Hernández Pérez

A mis hermanos y sus apreciables familias:

A quienes han sido compañeros insustituibles por brindarme su apoyo, buenos consejos y sobre todo por conservar la unión familiar.

José Antonio, Elsa, Juan Manuel, Viviana y Aldo

A mi novia:

Por ser parte importante en el logro de mis metas.

Guadalupe Montserrat Valencia Trejo

A todas las personas que me brindaron su amistad y apoyo durante mi estancia en el Posgrado.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor nació el 25 de enero de 1987 en Santiago Comaltepec, Oaxaca. Del 2002 al 2006 cursó la Preparatoria Agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo, ubicada en el municipio de Texcoco, Estado de México. En la misma Universidad, cursó la Licenciatura en Ingeniería Forestal en la División de Ciencias Forestales durante el periodo 2006 al 2010. Obtuvo su título de Ingeniero Forestal en octubre del 2010, con la tesis “Evaluación del Material Combustible en la Estación Forestal Experimental Zoquiapan”.

De enero del 2011 a julio del 2013 trabajó en la Coordinación de Protección de Recursos Naturales. Dirección General de la Comisión de Recursos Naturales (DGCORENA) de la Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, como técnico en integración y consolidación de los programas de trabajo, para la conformación del “Programa Integral de Prevención y Combate de Incendios Forestales para el Suelo de Conservación del Distrito Federal”. De Agosto del 2013 a Julio del 2015 estudió la Maestría en Ciencias en Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo.

E-mail: rolandohdezruiz@gmail.com

DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES DE *IPS* EN LA RESERVA DE LA BIOSFERA SIERRA GORDA, QUERÉTARO

DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF SPECIES OF *IPS* IN THE SIERRA GORDA BIOSPHERE RESERVE, QUERETARO

Rolando Hernández-Ruiz¹

David Cibrián-Tovar²

RESUMEN

En el presente estudio, realizado en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda Querétaro, se examinó la abundancia de siete especies del género *Ips* y una de *Pseudips* en bosques de pinos. Las poblaciones de descortezadores fueron monitoreadas en cinco sitios con altitudes diferentes sobre el nivel del mar: El Pílon (1139 m), El Tepozán (1592 m), El Lobo (1602 m), El Durazno (2237 m) y La Pingüica (3052 m); durante cinco meses (17 de mayo al 4 de octubre del 2014) mediante el uso de trampas multiembudo, con el compuesto feromonal de ipsdienol + ipsenol + lanierone; dado que en el área de estudio también se monitorearon especies de *Dendroctonus*, se pudo comparar la captura de *Ips* y *Pseudips* en las trampas cebadas con frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno, específica para *Dendroctonus*. Se analizó la abundancia de cada una de las especies de descortezadores entre los sitios y los meses, mediante modelos lineales generalizados con una distribución Poisson al 0.05 de significancia. Las especies se distribuyeron de la siguiente manera: *Pseudips mexicanus* en todas las bandas altitudinales; *Ips integer* únicamente a los 1139 m; *Ips bonansea* desde los 1139 hasta los 3052, con ausencia en el Tepozán; *Ips confusus* a los 2237 m; *Ips lecontei* a los 1592 m; *Ips grandicollis* e *Ips cribricollis* desde los 1139 hasta los 2237 m; *Ips calligraphus* en los sitios El Tepozán y El Lobo con altitudes similares de 1592 - 1602 m respectivamente. Los picos de vuelo también variaron entre los meses. Estos resultados sugieren que la diversidad está relacionada con la altitud.

Palabras clave: Altitud, compuesto feromonal, distribución Poisson, insectos descortezadores y modelos lineales generalizados.

ABSTRACT

This study was performed in the Sierra Gorda Biosphere Reserve that is located in Queretaro State, Mexico. We examined the abundance of seven species of the *Ips* genus and one *Pseudips* species. The bark beetles populations were monitored at five sites with different height above sea level: El Pílon (1139 m), El Tepozán (1592 m), El Lobo (1602 m), El Durazno (2237 m) and La Pingüica (3052 m). These five sites were monitored during five months, from May 17 to October 4, 2014. Using multi funnel traps with one compound pheromonal ipsdienol + ipsenol + lanierone. Given that in the study area were monitored alongside species of *Dendroctonus*, we could compare the *Ips* and *Pseudips* capture in traps baited with frontalina + endo-brevicomina and α y β pinene, specific to *Dendroctonus*. The abundance of bark beetles between sites and months was analyzed using generalized linear models with a Poisson distribution with a significance level of 0.05. The species were distributed as follows: *Pseudips mexicanus* in all altitudinal bands; *Ips integer* only in 1139 m. *Ips bonansea* from 1139 to 3052 m, with the absence in El Tepozán; *Ips confusus* to 2237 m; *Ips lecontei* to 1592 m; *Ips grandicollis* and *Ips cribricollis* from 1139 to 2237 m; *Ips calligraphus* in the sites El Tepozán and El Lobo with similar altitudes of 1592 - 1602 m respectively. Flight peaks varied between months. These results suggest that the diversity is related with the altitude.

Keywords: Altitude, pheromonal compound, Poisson distribution, bark beetles and generalized linear models.

¹Tesista

²Director

CONTENIDO

INDICE DE CUADROS	iii
INDICE DE FIGURAS	iii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO GENERAL	3
2.1. Objetivos particulares	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. Impacto del cambio climático en la salud forestal	4
3.2. El género <i>Ips</i>	4
3.2.1. Historia taxonómica	4
3.2.1. Distribución geográfica del género <i>Ips</i>	6
3.2.2. <i>Pseudips mexicanus</i> Hopkins	6
3.2.3. <i>Ips bonanseai</i> Hopkins	7
3.2.4. <i>Ips integer</i> Eichhoff.....	8
3.2.5. <i>Ips lecontei</i> Swaine	9
3.2.6. <i>Ips confusus</i> LeConte.....	10
3.2.7. <i>Ips cribricollis</i> Eichhoff.....	11
3.2.8. <i>Ips grandicollis</i> Eichhoff.....	11
3.2.9. <i>Ips calligraphus</i> Germar	12
3.2.10. Descripción de daños del genero <i>Ips</i>	13
3.2.11. Ciclo de vida	14
3.2.12. Enemigos naturales	15

3.2.13.	Hongos asociados	17
3.2.14.	Combate y control.....	18
3.2.15.	Problemática forestal del género <i>Ips</i> en México	20
3.2.16.	Importancia de las feromonas en los <i>Ips</i>	21
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	23
4.1.	Zona de estudio	23
4.2.	Establecimiento de trampas.....	25
4.3.	Colecta de insectos y mantenimiento de las trampas	26
4.4.	Identificación taxonómica de los insectos	26
4.5.	Análisis de datos.....	27
5.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
5.1.	Captura de descortezadores de los géneros <i>Ips</i> y <i>Pseudips</i>	29
6.	CONCLUSIONES	40
7.	LITERATURA CITADA	43
8.	ANEXO 1	52
9.	ANEXO 2	55

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características principales de los sitios de monitoreo.	24
Cuadro 2. Distribución mensual de las fechas de monitoreo.....	27
Cuadro 3. Concentrado de insectos del genero <i>Ips/Pseudips</i> colectados con el compuesto feromonal de ipsdienol + ipsenol + lanierone.....	30
Cuadro 4. Concentrado de insectos del genero <i>Ips/Pseudips</i> colectados con el compuesto feromonal de frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno.	30
Cuadro 5. Distribución de las especies por sitio de monitoreo.	31

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los sitios de monitoreo de Descortezadores. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Querétaro.	24
Figura 2. Colocación de las trampas en los sitios de monitoreo.....	26
Figura 3. Capturas de <i>Pseudips mexicanus</i> en los sitios de monitoreo.....	32
Figura 4. Capturas de <i>Ips bonanseai</i> en los sitios de monitoreo.	33
Figura 5. Capturas de <i>Ips integer</i> en los sitios de monitoreo.....	34
Figura 6. Capturas de <i>Ips lecontei</i> en los sitios de monitoreo.	35
Figura 7. Capturas de <i>Ips confusus</i> en los sitios de monitoreo.	36
Figura 8. Capturas de <i>Ips cribricollis</i> en los sitios de monitoreo.....	37
Figura 9. Capturas de <i>Ips grandicollis</i> en los sitios de monitoreo.....	38
Figura 10. Capturas de <i>Ips calligraphus</i> en los sitios de monitoreo.....	39

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial se pueden encontrar aproximadamente 111 especies de pinos (Price *et al.*, 1998). En México y América Central se localizan alrededor de 46 especies de pinos, con diversas variedades y formas (Perry *et al.*, 1998). Este tipo de vegetación abarca diferentes medios ecológicos de la república mexicana que a su vez poseen un deterioro ambiental debido a múltiples factores como la tala ilegal; cambios en el uso de suelo por actividades agropecuarias, incendios forestales, construcción de infraestructura caminera, aumento de la población; aplicación de políticas inadecuadas y cambio climático.

Debido a los factores anteriores las masas forestales sufren un deterioro fisiológico y como consecuencia se vuelven susceptibles a plagas y enfermedades muy agresivas como lo es el caso de los insectos descortezadores de los géneros *Dendroctonus* e *Ips* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) que son las principales plagas de los bosques de coníferas y que anualmente ocasionan miles de muertes (Miller y Borden, 2000), estas afectaciones llegan a ser cuantiosas en términos económicos debido a la pérdida directa de productos forestales, así como en términos ambientales, por la pérdida de cobertura arbórea y el consecuente impacto a los distintos hábitat (CONAFOR, 2007).

Las especies del género *Ips* comúnmente son consideradas como descortezadores secundarios porque solo pueden establecerse en árboles debilitados, derribados o bien después del ataque de diferentes especies del género *Dendroctonus* (Sánchez *et al.*, 2007). Pero existe evidencia de que en las últimas décadas algunas especies del género *Ips* se comportan como especies primarias, debido principalmente al aumento de sus poblaciones en los árboles dañados, se genera competencia por espacios entre ellas lo que les obliga a colonizar árboles sanos vecinos (Fonseca *et al.*, 2008).

Derivado de las infestaciones por insectos descortezadores dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda del estado de Querétaro (RBSG), el presente estudio analiza a abundancia poblacional de las especies del género *Ips* en la RBSG. Dichas especies se consideran secundarias, aunque sus poblaciones se incrementan durante sequías prolongadas. Con el cambio climático existen indicios sobre el cambio en los patrones de comportamiento de estas especies y por ello se hace necesario conocer su distribución altitudinal.

La obtención de información en sitios establecidos permite una aproximación en el conocimiento de las dinámicas poblacionales de estos coleópteros, lo cual es fundamental para la planeación y elaboración de estrategias para el Manejo Integrado de Plagas Forestales (MIP).

Dentro de la red de monitoreo se hicieron esfuerzos por estudiar a los insectos descortezadores primarios y secundarios. En el presente trabajo se particulariza

el estudio de las especies del genero *Ips* (insectos descortezadores secundarios), mediante trampas cebadas con un compuesto feromonal de ipsdienol + ipsenol + lanierone. Para las especies del género *Dendroctonus* se utilizó otro conjunto de trampas cebado con frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno, en ambos grupos de trampas cayeron ejemplares de *Ips*; aunque se acepta que el atrayente para *Dendroctonus* de antemano tiene poco efecto en las especies de *Ips*, se recolectaron y con los datos se hicieron análisis comparativos.

2. OBJETIVO GENERAL

- Estudiar la distribución de insectos descortezadores del genero *Ips* mediante trampas multiembudo, cebadas con semioquímicos en bosques de coníferas en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Querétaro.

2.1. Objetivos particulares

- Identificar las especies de *Ips* presentes en los bosques de coníferas dentro de la RBSG, en los municipios de Jalpan de Serra, Pinal de Amoles, Arroyo Seco y Landa de Matamoros.
- Definir la distribución de cada especie de *Ips* dentro de la RBSG y determinar si existen diferencias entre los sitios y los meses de monitoreo.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Impacto del cambio climático en la salud forestal

El cambio climático es uno de los factores que está determinando el comportamiento de insectos y sus efectos en los ecosistemas forestales. Expertos meteorólogos han documentado que nueve de los diez años más calurosos de la época moderna son posteriores a 1990. El calor, combinado con la sequía, y otros factores como la tala ilegal, sobrepastoreo, introducción de especies invasoras ligadas a la importación de productos mediante el comercio y los incendios forestales, han contribuido a generar una ola epidémica de descortezadores en los bosques de coníferas de Norte y Centro América, cuyos daños se han incrementado particularmente a partir del año 2000 (Semarnat, 2013).

3.2. El género *Ips*

3.2.1. Historia taxonómica

Degerer (1775), separo del género *Dermestes* L. a varias especies de coleópteros que según él, no tenían las particularidades del mismo. De este grupo de especies describió un género nuevo con el nombre de *Ips*. Entre las especies que separó, se encontraba *Dermestes typographus* L., la cual, según Swaine (1909), señaló que debía ser considerada como la especie tipo, ya que

las demás especies que Degeer incluyó dentro de *Ips* fueron cambiadas posteriormente a otros géneros (Hernández, 2010).

Fabricius (1776), propuso el nombre genérico de *Ips* a un grupo de especies de nitidulidos. Marsham (1802), señaló que *Ips* Degeer tenía prioridad sobre *Ips* Fabricius. Sin embargo, Swaine (1909), indica que el nombre de *Ips* se usó sencillamente para designar al grupo de nitidulidos mencionados, hasta poco antes de 1909, fecha en que publicó su catálogo de escolítidos de América del Norte. Fabricius (1777), describió al género *Bostrichus*, en el cual algunos autores como Germar (1824), Say (1826), y Mannerheim (1852), incluyeron a varias especies nuevas, que ahora se sabe pertenecen al género *Ips* (Hernández, 2010).

Latreille (1807), describió al género *Tomicus* incluyendo al antiguo *Dermestes typographus* L. el nombre de *Tomicus* fue el adoptado por la mayoría de los naturalistas del siglo XIX cuando se referían a los *Ips* y bajo ese nombre Eichhoff y Leconte, describieron a la mayoría de las especies americanas de *Ips* (Hernández, 2010).

Ferrari (1867), dividió al género *Tomicus* en los subgéneros *T. (Orthomicus)* basándose en las suturas del mazo antenal. Bergrothh (1884), señaló que *Tomicus typographus* Latreille debía ser llamado *Ips typographus* Degeer, y estuvo de acuerdo con Marsham (1802), en sostener el significado original de *Ips* de Fabricius debía ser substituido por otro nombre. Blandford (1895), en la

Biología Central-Americana, trata a los *Ips* bajo el nombre *Tomicus*, considerando cuatro especies en México. Blandford, en la misma obra, reconoce que *Ips* tiene prioridad sobre *Tomicus*; sin embargo, prefiere usar este último nombre por considerarlo de mayor uso corriente en esa época. Swaine (1909), acreditando el derecho de prioridad, puntualizo que *Ips* es el nombre que debe usarse para las especies del género que estamos considerando (Hernández, 2010).

3.2.1. Distribución geográfica del género *Ips*

Se distribuye en bosques de coníferas desde el sur de los Estados Unidos América hasta el norte de Nicaragua; en Europa; desde el sur de Asia hasta el norte de África; en la India y Australia (Wood, 1982). El género comprende 60 especies, de las cuales 25 ocurren en Norte América, 5 en América Central (Atkinson, 1982) y 12 en México (Semarnat, 2006).

3.2.2. *Pseudips mexicanus* Hopkins

Se distribuye en Baja California, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla. San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz. También en E.U.A., Canadá y Guatemala. Sus principales hospederos son: *Pinus ayacahuite*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. hartwegii*, *P. jeffreyi*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. radiata*, *P. rudis* (Cibrián et al., 1995).

El adulto es cilíndrico, alargado. El cuerpo mide entre 3.6 y 5 mm de longitud; de color café oscuro, casi negro, brillante. Declive elitral con tres espinas en cada uno de sus lados. En los machos la tercera espina es estrecha y capitada. En las antenas, el mazo o clava tiene las suturas fuertemente arqueadas. Huevos ovales, aperlados, de poco más de 1 mm de longitud. Larvas curcolionformes, ápodas, blanquecinas. Pupas exoradas. Tiene varias generaciones por año, aunque el número varía según la altitud a la que se encuentren los insectos, de manera que puede haber de 3 a 7 generaciones por año (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.3. *Ips bonanseai* Hopkins

Se distribuyen en Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Jalisco, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala, Zacatecas. Sus principales hospederos son: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. flexilis*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. ponderosae*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis* (Cibrián *et al.*, 1995).

Los adultos miden de 2.9 a 3.8 mm de longitud, con promedio de 3.5 mm. De color café rojizo oscuro, con tarsos y antenas café claro. El declive elitral con cuatro espinas en cada margen lateral; la primera espina es muy pequeña, cónica y aguda en la punta; la segunda y tercera espinas en la hembra son del doble del tamaño que la primera, cónicas y subagudas en la punta; la cuarta es

tan larga como la primera, pero más gruesa y obtusa en la punta. En el macho la tercera espina es notablemente más larga que las demás y es capitada o subcapitada. Disco del pronoto y detrás de la cima con puntuaciones tupidas; la distancia entre ellas frecuentemente es menor que su diámetro. Los huevecillos recién ovipositados son de color blanco transparente, tomándose gradualmente hacia un blanco opaco; su forma es casi oval. La longitud es de 1 mm. La larva es de tipo curculioniforme. La pupa es de tipo exarada, de color blanco uniforme; su tamaño promedio es de 3.7 mm de longitud y 1.6 mm de anchura. Su ciclo biológico dura de 28 a 30 días. En el centro de México tiene de 6 a 8 generaciones por año. Es una especie polígama; el macho inicia el ataque al barrenar la corteza externa y excava una cámara nupcial entre el floema y el cambium (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.4. *Ips integer* Eichhoff

Se distribuye en Chiapas, Chihuahua, Colima, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Querétaro, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas. Sus principales hospederos son: *Pinus arizonica*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. hartwegii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. maximinoi*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. radiata*, *P. rudis*, *P. teocote* (Cibrián *et al.*, 1995).

La especie se diferencia de los otros *Ips* de cuatro espinas por ser el más grande de ellos, El tamaño varía de 4.6 a 5.7 mm de longitud. En los machos el

color es café oscuro a negro, con antenas de color café y con las suturas del mazo fuertemente anguladas en su parte media. En cada margen del declive elitral presenta cuatro espinas: La primera se inicia en la segunda interestría, es cónica y aguda en la punta; la segunda es cónica, un poco más larga, más fuerte y subaguda en la punta; la tercera es capitada o subcapitada, curvada ventralmente y aguda o subaguda en la punta; la cuarta es cónica y ligeramente más larga que la segunda espina. La hembra es similar al macho, excepto por la tercera espina que es pequeña y no capitada y generalmente es de la misma forma y tamaño que la segunda. Larva curculioniforme, ápoda, blanca y con cabeza bien diferenciada. Pupa exarada. En la parte central del país se presentan cuatro generaciones, aunque se acepta que puede haber variaciones en este número según la altitud y la temperatura. Las generaciones están sobrepuestas (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.5. *Ips lecontei* Swaine

Se distribuye en Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango. Jalisco, Oaxaca, Sonora. También en el sureste de E.U.A. y en Honduras. Sus principales hospederos son: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite var. brachyptera*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. pseodostrobus* (Cibrián *et al.*, 1995).

El tamaño del adulto varía de 4 a 4.7 mm; es de color café muy oscuro, casi negro. Presenta 5 espinas en el declive elitral y tiene como característica

diagnóstica el no presentar un tubérculo frontal medio en los machos y en su lugar se encuentra un par de tubérculos submedianos sobre el epistoma, lo que da la apariencia de ser un tubérculo bífido. Se presentan varias generaciones por año; los estados de desarrollo están sobrepuestos. Al igual que otras especies del género, *I. lecontei* es polígamo. Hace sus galerías en forma de Y en cada brazo se encuentra una hembra, las cuales ovipositan en ambos lados de su galería. Las larvas hacen galerías individuales, siempre en contacto con el cambium y el floema (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.6. *Ips confusus* LeConte

Se distribuye en Baja California, Chihuahua, Hidalgo, San Luis Potosí. Sus principales hospederos son: *Pinus cembroides*, *P. edulis*, *P. monophylla*, *P. oocarpa* (Cibrián *et al.*, 1995).

La longitud de su cuerpo varía de 3.5 a 4.2 mm. Presentan 5 espinas en cada uno de los lados del declive elitral. Se distinguen de otras especies de *Ips* porque la distancia entre las espinas declivitates 1 y 2 es más o menos igual que la que existe entre las espinas 2 y 3. Además los machos presentan un tubérculo frontal pequeño, en posición media y casi sobre el epistoma. La genitalia del macho también es característica. Son las únicas especies de *Ips* que se encuentran en pinos piñoneros. Se presentan dos o más generaciones por año (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.7. *Ips cribricollis* Eichhoff

Se distribuye en Durango, Estado de México, Michoacán e Nuevo León. Sus principales hospederos son: *Pinus caribaea*, *P. estevezii*, *P. durangensis*, *P. lawsoni*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. ponderosa*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*, *P. teocote* (Cibrián *et al.*, 1995).

El adulto presenta 5 espinas en cada uno de los lados del declive elitral; es muy parecido a *Ips grandicollis*, pero es más pequeño que éste. El cuerpo mide de 2.9 a 3.6 mm de longitud. La frente en ambos sexos es granulada, con el gránulo central más grande. Las espinas del declive elitral están unidas en su base, mientras que *I. grandicollis* presenta espinas separadas. Presenta varias generaciones por año. El sistema de galerías está compuesto por dos a cuatro túneles de hembras, que parten de una cámara nupcial amplia y de forma poligonal (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.8. *Ips grandicollis* Eichhoff

Se distribuye en Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Sinaloa, Veracruz. También en Canadá, E.U.A., Guatemala, Honduras y Nicaragua. Sus principales hospederos son: *Pinus arizonica*, *P. durangensis*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. teocote* (Cibrián *et al.*, 1995).

El adulto mide 2.8 a 4.6 mm de longitud y 1.1 a 1.4 mm de anchura; su coloración varía de café rojizo oscuro a negro, con las patas y antenas cafés. Presenta cinco espinas a cada lado del declive elitral. La tercera espina que es más larga y voluminosa, es subcilíndrica, tiene el extremo obtuso y presenta una escotadura en el lado ventral, tanto en los machos como en las hembras; las tres suturas de la cara anterior de la clava antenal son bisinuadas y agudamente angulosas en el centro. El tubérculo frontal medio situado sobre el margen epistomal está reducido en las hembras. Se separa de *I. cribricollis* por presentar las espinas declivales 2 y 3 separadas en sus bases (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.9. *Ips calligraphus* Germar

Se distribuyen en Chiapas, Estado de México Guanajuato. Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Sinaloa, Veracruz. Sus principales hospederos son: *Pinus caribaea*, *P. maximinoi*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus* (Cibrián *et al.*, 1995).

Los adultos son de tamaño mediano, ya que miden entre 3.9 y 5.9 mm de longitud. Su cuerpo es robusto. El color de los adultos maduros es café rojizo muy oscuro, casi negro, mientras que los adultos inmaduros son café claro. Una característica diagnóstica de esta especie es el presentar seis espinas en cada lado de su declive elitral. En los machos la espina 3 es capitada, con la punta curvada hacia la parte ventral. En las hembras la espina 3 es más pequeña y

no capitada. Larva ápoda, con cuerpo en forma de “C”, de color blanco cremoso. Al tener una distribución amplia y estar en diferentes condiciones climáticas, esta especie presenta fuertes variaciones en el número de generaciones por año. Se han encontrado infestaciones con diferentes estados de desarrollo en todos los meses del año, lo que implica la presencia de varias generaciones en un ciclo estacional (Cibrián *et al.*, 1995).

3.2.10. Descripción de daños del genero *Ips*

Este género ocasiona daños a varias especies de árboles en los bosques naturales y plantaciones de coníferas (Chararas, 1962; Furniss y Carolin, 1992). Los géneros de árboles atacados son: *Pinus*, *Picea*, *Larix* y poco común *Abies* y *Cedrus* esto como fuente de alimento para las larvas y adultos (Wood and Bright, 1992). Sobre todo, atacan a árboles muertos y moribundos, aunque a veces logran colonizar árboles sanos.

Pueden destruir miles de hectáreas de bosque (Furniss y Carolin, 1992). Por ejemplo, en América del Norte, un gran brote de *Ips confusus* LeConte se produjo durante una sequía prolongada del 2001-2004 en el suroeste de EE.UU. causando daños ecológicos y pérdidas económicas, durante el brote máximo, aproximadamente el 15-30% de los pinos piñoneros murieron en 1.6 millones de hectáreas (Breshears *et al.*, 2005; Williams *et al.*, 2010).

En Europa, brotes de *I. typographus* periódicamente mata miles de hectáreas de árboles de abeto (Schroeder and Lindelöw, 2002, Stadelmann *et al.*, 2013). Además, algunas especies, como *Ips pini* (Say) y *I. paraconfusus* Lanier, atacan la punta de los árboles de pino, aumentando su susceptibilidad al ataque de *Dendroctonus spp.* (Furniss y Carolin, 1992). El manejo de las poblaciones de *Ips* se limita principalmente a una escala local a través del saneamiento con la tala de los árboles infestados y la eliminación del insecto descortezador (Wermelinger, 2004; Stadelmann *et al.*, 2013).

3.2.11. Ciclo de vida

La mayor parte del ciclo de vida de los *Ips* se produce debajo de la corteza de los árboles en el cambium y en el floema (Furniss y Carolin, 1977). Los machos suelen colonizar primero, creando una cámara nupcial, aunque también las hembras de vez en cuando inician una entrada a la corteza (All and Anderson, 1972). Las especies de *Ips* son polígamos y dependiendo de la especie, de dos a seis hembras se adhieren a un macho en su cámara nupcial. Después del apareamiento, las hembras excavan túneles en el floema y ponen de 20 a 30 huevos en nichos a lo largo de las paredes del túnel (Chararas, 1962).

Dependiendo de la temperatura ambiente, los huevos eclosionan siete días después y los tres estadios larvales se alimentan debajo de la corteza durante 3 a 6 semanas, hasta la fase de pupa (Chararas, 1962; Lekander, 1968). La eclosión de los adultos por lo general ocurre entre 1 a 3 semanas y los

escarabajos se nutren durante 1 a 2 semanas antes de su actividad de vuelo (Chararas, 1962). Los machos adultos a menudo permanecen con las hembras para el cuidado de las crías. Los insectos descortezadores para completar su desarrollo transcurren de 6 a 8 semanas dadas las temperaturas de verano. En climas más fríos, se necesitan hasta 2 años para que los adultos maduren (Furniss y Carolin, 1992). Los adultos generalmente pasan el invierno bajo la corteza o dentro de los árboles en los bosques (Chansler, 1964; Lanier, 1967).

3.2.12. Enemigos naturales

Las especies del genero *Ips* han coevolucionado con un complejo abundante y especializado de enemigos naturales (Dahlsten 1982, Dahlsten y Whitmore 1989). Por una respuesta kairomonal, muchos de estos enemigos naturales se sienten atraídos por las feromonas de agregación de los *Ips* (Allison *et al.*, 2012). Ellos pueden influir negativamente en las poblaciones de estas especies y pueden desempeñar un papel importante en la supresión de los brotes (Dixon y Payne 1979a, Dahlsten y Whitmore 1989, Reeve 1997). Por ejemplo, *Thanasimus dubius* (F.) importante depredador en las poblaciones de *D. frontalis* y puede influir en las poblaciones de *Ips* (Dixon y Payne 1979b, Reeve 2011).

Los *Ips* son presa de una amplia variedad de depredadores y parasitoides (Dixon y Payne 1979a). Algunas especies de las familias Cleridae y Trogossitidae afectan a las poblaciones de los insectos descortezadores en

estado adulto y larvas. Los cleridos particularmente *Thanasimus dubius* (F.), influyen en la dinámica poblacional de los *Ips* (Reeve y Turchin, 2002; Reeve, 2011). *Temnochila virescens* (F.) y *Tenebrioides spp.* se reconocen como depredadores comunes de estos insectos (Linit y Stephen, 1983; Stephen, 2011). La familia Histeridae son importantes enemigos naturales de los *Ips* (Aukema y Raffa 2002, 2004). Los adultos de la familia Histeridae son capaces de encontrar galerías de *Ips* y depredar a los adultos en el interior de los túneles, también consumen huevos y larvas del primer estadio; los más habituales depredadores de los *Ips* son *Platysoma attenuata* Le Conte, *P. cylindrica* (Paykull), *P. parallelum* (Say) y *Plegaderus transverso* (Say) (Shepherd, 2004). Aukema y Raffa (2004) encontraron que los adultos de *P. cylindrica* consumían adultos de *Ips*.

De la familia Tenebrionidae, las especies *Corticeus glaber* (LeConte) y *C. parallelus* (Melsheimer) figuran como depredadores facultativos de huevos y larvas (Smith y Goyer 1980, Goyer y Smith, 1981). Algunos hemípteros en la familia Anthocoridae son depredadores subcorticales efectivos debido en parte a su pequeño tamaño y a su forma del cuerpo (Lattin, 1999); dos de esos antocóridos, *Scoloposcelis mississippiensis* (Drake y Harris) y *Lyctocoris* Hahn, se sabe que causan una mortalidad significativa en insectos descortezadores (Linit y Stephen 1983, Lattin 1999). Algunas especies de Dípteros se muestran como enemigos naturales de los insectos descortezadores. Estos incluyen los géneros *Lonchaea* y *Medetera*, cuyas larvas se alimentan de las galerías larvales de los *Ips* (McAlpine y Morge 1970, Aukema y Raffa 2004).

3.2.13. Hongos asociados

Los insectos descortezadores del género *Ips* son vectores de los hongos causantes de la mancha azul (Yearian *et al.*, 1972). Muchos descortezadores poseen estructuras del integumento que funcionan en el transporte de hongos y contribuye a mantener la simbiosis de descortezador-hongo. Algunas de estas estructuras se han denominado micangios. El uso del término micangio puede variar desde muy restrictivas a muy amplias. En el sentido más restringido, un micangio es definido como una invaginación del integumento forrado con glándulas o células secretoras que son especialistas en la adquisición y transporte del hongo. Más ampliamente definido, el término micangio se ha aplicado para cualquier estructura que constantemente transporta hongos independientemente de la forma o presencia de células secretoras. La mayoría de los escarabajos perforadores de la corteza tienen numerosos orificios o bolsas en sus exoesqueletos. Estos orificios pueden llenarse con gran variedad de esporas fúngicas antes de que los escarabajos abandonen las viejas galerías (Flores, 2009).

Los hongos del manchado azul debilitan al árbol, superando más fácilmente las defensas del hospedante, permitiendo así el ataque de los insectos descortezadores (Yearian *et al.*, 1972; Lieutier, 2002; Klepzig y Hofstetter, 2011). El debilitamiento del árbol se produce cuando el hongo del manchado azul es extendido en la albura a través del floema, cortando flujo efectivo de agua y nutrientes (Wilkinson y Foltz, 1982).

La especie de *Pseudips mexicanus* transmite al hongo causante del cáncer resinoso de pinos (Fox *et al.*, 1991; Fox *et al.*, 1990) *Fusarium circinatum* = *F. subglutinans* estado conidial asexual de *Gibberella fujikuroi* (Harrington y Wingfield, 1998; Hodge y Dvorak, 2000; Tkacz *et al.*, 1998 y Kerényi *et al.*, 1999) en poblaciones de *P. radiata*, una de las especies maderables más importantes del mundo, presente en el Norte de México (Sánchez, 2008). Este hongo causa la muerte de ramas, tronco, tejidos de conducción, raíces, conos y semillas; está ampliamente distribuido en México pues se ha identificado en 19 especies de pinos en 14 estados (Hodge y Dvorak, 2000).

3.2.14. Combate y control

En México, la NOM-019-SEMARNAT-2006 que establece los lineamientos técnicos para el combate y control de descortezadores, considerados como las plagas más importantes por los daños que causan. Entre los géneros mencionados en la Norma se encuentran *Dendroctonus* e *Ips*; de este último, 12 especies se distribuyen en México. Las notificaciones de saneamiento emitidas bajo esta Norma consideran varios métodos de combate, todos involucran el derribo de árboles actualmente infestados y la aplicación de medidas de control directo como: descortezado con hacha o pala, aplicación de insecticidas a corteza infestada, exposición de trocería infestada a insolación directa, quema de corteza y trocería infestada.

Todos estos métodos requieren de tiempo y algunos tienen impactos secundarios no deseables. Recientemente, varios especialistas en el ámbito (Cibrián Tovar, D.; Quiñonez Favila, S.; Quiñonez Barraza, S.; y Aguilar Vitela, J.) identificaron e iniciaron el uso el uso de maquinaria movida con motores de combustión interna (astilladoras y descortezadores acoplados a motosierra) como método de combate de insectos descortezadores; asumiendo que con estos equipos se puede acelerar el proceso de saneamiento significativamente y las pruebas realizadas hasta ahora en los bosques de Chihuahua, Durango e Hidalgo lo demuestran; métodos efectivos para su utilización dentro de las Áreas Naturales Protegidas en donde se limita el uso de métodos químicos (uso de insecticidas) por su alto impacto al medio ambiente.

Otra alternativa de control se basa en el monitoreo con feromonas de agregación como ipsenol, ipsdienol y cis-verbenol (Jakuš, 2002; Cane *et al.*, 1990; Francke *et al.*, 1986 y Miller *et al.*, 1991) secretadas por el hospedante que los atrae, además de especímenes del género *Ips*, a sus enemigos naturales (Billings y Cameron, 1984; Miller *et al.*, 1991). Cabe mencionar que los enemigos naturales pueden ser factores importantes en la modulación de la dinámica poblacional de al menos varias especies de descortezadores; los cléridos en particular parecen ser los más importantes en varios sistemas, depredando tanto adultos como crías.

3.2.15. Problemática forestal del género *Ips* en México

Las especies de *Ips* se encuentran ampliamente distribuidas en los bosques de pinos de todo el país, son consideradas de importancia secundaria, pueden causar la muerte de árboles o reducir la calidad de la madera. También son importantes antagonistas de las especies primarias de *Dendroctonus* spp. con los que compiten por alimento (Cibrián *et al.*, 1995).

Trabajos orientados al diagnóstico y control de los insectos descortezadores del género *Ips* en México son pocos, la mayoría de estos ha sido derivada de estudios enfocados en *Dendroctonus* spp., considerado como uno de los insectos más destructivos, y asociadas a sus poblaciones suelen estar varias especies de *Ips* causando daños, pero para muchos autores, solo de forma secundaria (Sánchez y Torres, 2006).

Aunque en la actualidad debido a los cambios en los patrones climáticos, las poblaciones de estos insectos pudieran estar variando, razón por la cual radica la importancia de estos trabajos. En México los estudios encaminados al diagnóstico y control de *Ips* son raros, uno de ellos hace referencia a diferentes brotes de 4 especies de *Ips* en 2004, en plantaciones de *P. douglasiana* en el estado de Jalisco (Steed y Willhite, 2007); Rubin-Aguirre *et al.*, (2015) encuentran una correlación significativa entre la abundancia de los descortezadores y la temperatura ambiental, con una mayor riqueza y

abundancia a bajas altitudes en bosques de coníferas en Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacan.

3.2.16. Importancia de las feromonas en los *Ips*

Los descortezadores han desarrollado sistemas de comunicación química influida por sustancias químicas conductuales (semioquímicos) que promueven la localización y agregación de individuos. Cuando dos o más especies son simpátricas y habitan en el mismo árbol, las feromonas sirven para dividir los recursos y minimizar los efectos nocivos de la competencia interespecífica al mantener una separación adecuada entre las galerías. Además, esta comunicación feromonal es percibida como kairomonal por los enemigos naturales de los descortezadores (Domínguez-Sánchez *et al.*, 2008; Pureswaran *et al.*, 2008).

Para los *Ips spp.*, los machos son los que inician el ataque, alimentándose del floema; por su parte, en *Dendroctonus* el primer ataque se da a través de las hembras. Los árboles responden sistémicamente mediante la producción de resina de manera de defensa con la producción de monotóxicos y diterpenoides, para expulsar los escarabajos descortezadores (Phillips & Croteau, 1999). La combinación de toxinas y el aumento del volumen de flujo de la resina son generalmente suficiente para que un árbol sano mate a los escarabajos. Sin embargo, bajo condiciones de estrés o situaciones de brote, la producción de resina puede no ser suficiente para detener la infestación

(Rudinsky, 1962). Los ataques masivos se reflejan en la construcción extensa de galerías en el floema y la introducción de hongos asociados al escarabajo descortezador. Ambos factores reducen el flujo de los nutrientes y del agua, contribuyendo a la mortalidad de los árboles (Seybold *et al.*, 2000).

Desde el descubrimiento de que las especies de *Ips* son atraídos por los desechos producidos por sus congéneres (Wood *et al.*, 1967), se ha prestado mucha atención en la investigación al estudio de las feromonas. Se han identificado varios productos químicos, tres de enorme atractivo: ipsenol, ipsdienol, y cis-verbenol pero su producción varía entre las especies (Byers, 1989; Birgersson *et al.*, 2012.). Sin embargo, los compuestos adicionales, tales como lanierone, E-myrcenol o 2-methyl-3-buten-2-ol son sinérgicos con otros componentes de la mezcla de las feromonas de agregación y pueden aumentar drásticamente la captura en las trampas (Birgersson *et al.*, 2012).

El Ipsdienol es una de las principales feromonas de agregación para insectos descortezadores del genero *Ips*, se identificó por primera vez para la especie de *Ips confusus* (Silverstein, 1966). La utilidad de los semioquímicos se ha extendido para el monitoreo de las poblaciones de descortezadores. Estos compuestos, además de tener una alta especificidad y nulo impacto al medio, también atraen a los depredadores de los escolítidos (Macías, 2004).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Zona de estudio

El monitoreo se estableció en 5 sitios en bosque de coníferas infestado por especies de insectos descortezadores del genero *Dendroctonus* e *Ips* dentro de la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda (RBSG) en el estado de Querétaro (Figura 1), en los municipios de Arroyo Seco, Pinal de Amoles, Jalpan de Serra y Landa de Matamoros, abarcando un gradiente altitudinal de 1,139 a 3,052 msnm (Cuadro 1). Los sitios monitoreados fueron georeferenciados utilizando un GPS Magellan, referidas al Huso 14Q, y calculadas a partir del Datum WGS 84.

La principal característica biológica que hace relevante a la RBSG es su biodiversidad, su complejidad se debe a su ubicación geográfica en la confluencia de las bioregiones Neártica y Neotropical y al hecho de que presenta variaciones fisiográficas, con una diversidad de altitudes (Ruiz, 2008).

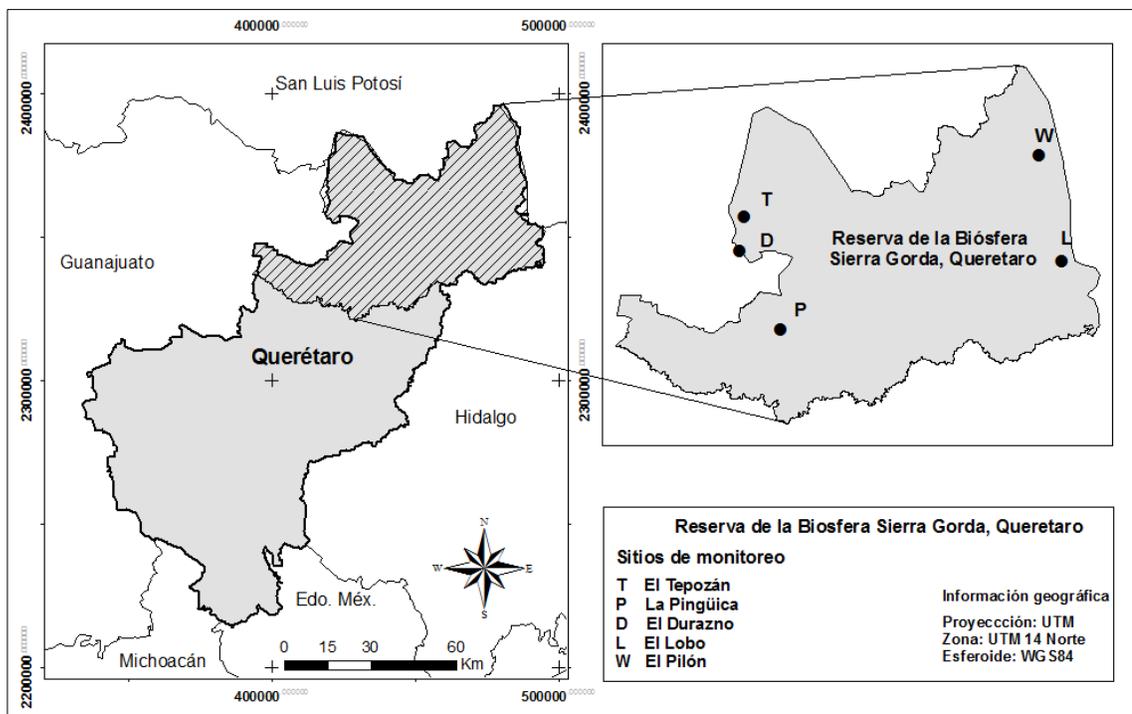


Figura 1. Ubicación de los sitios de monitoreo de Descortezadores. Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Querétaro.

Cuadro 1. Características principales de los sitios de monitoreo.

Sitio	Municipio	Coordenadas UTM	Altitud media (msnm)*	Especie predominante
		Zona 14N		
El Pilon (W)	Jalpan de Serra	482571, 2377229	1,139	<i>Pinus greggii</i>
El Tepozán (T)	Arrollo Seco	420344, 2364276	1,592	<i>Pinus oocarpa</i>
El Lobo (L)	Landa de	487174, 2354864	1,602	<i>Pinus greggii</i>
	Matamoros			
El Durazno (D)	Arrollo Seco	419439, 2357007	2,237	<i>Pinus cembroides</i>
La Pingüica (P)	Pinal de Amoles	427976, 2340609	3,052	<i>Pinus hartwegii</i>

*Metros sobre el nivel del mar

4.2. Establecimiento de trampas

Se seleccionaron de manera prioritaria áreas con presencias de plaga activa de insectos descortezadores, con saneamientos fitosanitarios actuales y con antecedentes de saneamientos, considerando la frecuencia de los mismos. En cada uno de los sitios establecidos, se colocaron cuatro trampas multiembudo, de las cuales dos de ellas fueron cebadas con la feromona atrayente de ipsdienol + ipsenol + lanierone (compuesto para insectos descortezadores del género *Ips*, principal objetivo), y las otras dos con frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno (compuesto para insectos descortezadores del género *Dendroctonus spp.*), en todas las trampas se les colocó una banda plástica de collar antipulgas como insecticida (Tetraclorvinfos®), con la finalidad de evitar el deterioro y pérdida de partes de los insectos (élitros, antenas, patas, etc.) indispensables para su identificación; el periodo de monitoreo se llevó acabo del 17 de mayo al 4 de octubre del 2014.

Las trampas fueron colocadas en claros presentes en el bosque a una distancia mayor de 300 metros del brote activo de plaga, saneamiento o antecedentes de saneamiento y en condiciones de baja cobertura de copa (árboles), esto para evitar la creación de nuevos brotes y aumento de tamaño del área afectada. Mediante un diseño completamente al azar con un distanciamiento de 150 metros y una elevación del vaso colector de 1.5 a 1.7 metros sobre el terreno (Figura 2).



Figura 2. Colocación de las trampas en los sitios de monitoreo.

4.3. Colecta de insectos y mantenimiento de las trampas

La red de monitoreo instalada en el gradiente altitudinal fue revisada semanalmente, en cada visita se vació el frasco colector, se limpió y se volvió a instalar en la trampa. La captura fue transferida a un frasco con alcohol al 96% con su respectiva etiqueta de la localidad, fecha de remoción de insectos y el nombre del responsable. El periodo de vida de la feromona es de 6 semanas, por lo que se cambiaba pasando este tiempo.

4.4. Identificación taxonómica de los insectos

El material colectado en las trampas multiembudos con feromonas se trasladó al Laboratorio de Parasitología Forestal de la División de Ciencias Forestales para su limpieza, separación e identificación. Durante este proceso se emplearon los siguientes materiales: cajas de Petri, microscopio estereoscópico (Leica Zoom 2000), pinzas entomológicas, agujas de disección, contador manual (cuenta bultos), alcohol al 96%, frascos Vacutainer™. Para la parte de

la identificación se recurrió a la clave para Identificar a los adultos de las especies del genero *Ips* que se encuentran en México. Modificada de Wood 1982. Cibrián *et al.*, 1995 y Camacho-Pantoja, 2012, basadas en características morfológicas externas (Anexo 1), logrando la identificación a nivel de especie.

4.5. Análisis de datos

El análisis se efectuó mediante modelos lineales generalizados (GLM) con una distribución Poisson, usando como variable respuesta el conteo de los individuos capturados por unidad de tiempo. Para ajustar los modelos se usó la función GLM del programa R (R Development Core Team, 2015). El modelo que se analizó fue la presencia de los individuos de cada una de las especies en función de los cinco sitios, los cinco periodos mensuales de monitoreo y el tipo de atrayente. El nivel de significancia para las pruebas de hipótesis se fijó con un $\alpha = 0.05$. Los datos obtenidos se agruparon de forma mensual (cuatro semanas por cada lapso) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Distribución mensual de las fechas de monitoreo.

Mes	Periodo de tiempo (2014)
1	17 de mayo – 14 de junio
2	14 de junio – 12 de julio
3	12 de julio – 9 de agosto
4	9 de agosto – 6 de septiembre
5	6 de septiembre – 4 de octubre

En términos generales, para cada especie se usó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} \sim \text{Poisson}(\lambda_{ijk}) \dots\dots\dots(1)$$

$$\log \lambda_{ijk} = \alpha + \beta_i + \tau_j + \gamma_k$$

Donde:

Y_{ijk} : Numero de insectos atrapados en el mes i , en el sitio j y con el atrayente k .

α : Intercepto del modelo.

β_i : Efecto del i -ésimo sitio.

τ_j : Efecto del j -ésimo mes.

γ_k : Efecto del k -ésimo atrayente.

Usando el criterio de Akaike (AIC), se comprobó si un submodelo de (1) era preferente para estudiar el número de insectos atrapados.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Captura de descortezadores de los géneros *Ips* y *Pseudips*

Durante el monitoreo de los insectos descortezadores en los bosques templados de la RBSG se estudiaron tanto a los insectos primarios y secundarios, en el presente análisis únicamente se consideran los género *Ips/Pseudips* (insectos secundarios), donde se colectaron un total de 3,130 individuos, en siete especies *Ips* y una de *Pseudips*, mediante el uso de trampas cebadas con compuestos feromonales adecuadas para estos géneros (ipsdienol + ipsenol + lanierone) (Cuadro 3); así mismo, dentro del conteo del material colectado se consideraron las trampas con el compuesto feromonal para las especies del género *Dendroctonus spp.* (frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno) (Cuadro 4).

Se acepta de antemano que el compuesto feromonal para las especies de *Dendroctonus spp.* tiene poco efecto en las especies de *Ips*, reflejándose un número muy bajo en individuos colectados, no así el compuesto feromonal genérico para las especies de *Ips*, donde se pudo apreciar que resultó bastante favorecido en cuatro especies con alto número de individuos capturados; sin embargo, para el resto de las especies la mezcla no fue la ideal.

Cuadro 3. Concentrado de insectos de los géneros *Ips/Pseudips* colectados con el compuesto feromonal de ipsdienol + ipsenol + lanierone.

Descortezador	Sitios					Total
	El Pílon	El Tepozán	El Lobo	El Durazno	La Pingüica	
<i>Pseudips mexicanus</i>	9	5	202	487	424	1127
<i>Ips bonanseai</i>	1	0	5	2	1521	1529
<i>Ips integer</i>	0	0	0	0	20	20
<i>Ips lecontei</i>	0	20	0	0	0	20
<i>Ips confusus</i>	0	0	0	15	0	15
<i>Ips cribricollis</i>	18	19	102	44	0	183
<i>Ips grandicollis</i>	6	12	59	23	0	100
<i>Ips calligraphus</i>	0	9	0	0	0	9
Total	34	65	368	571	1965	3003

Cuadro 4. Concentrado de insectos de los géneros *Ips/Pseudips* colectados con el compuesto feromonal de frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno.

Descortezador	Sitios					Total
	El Pílon	El Tepozán	El Lobo	El Durazno	La Pingüica	
<i>Pseudips mexicanus</i>	0	2	21	7	30	60
<i>Ips bonanseai</i>	0	0	0	0	23	23
<i>Ips integer</i>	0	0	0	0	1	1
<i>Ips lecontei</i>	0	4	0	0	0	4
<i>Ips confusus</i>	0	0	0	1	0	1
<i>Ips cribricollis</i>	0	2	4	0	0	6
<i>Ips grandicollis</i>	0	6	4	0	0	10
<i>Ips calligraphus</i>	0	20	2	0	0	22
Total	0	65	31	8	54	127

El monitoreo se llevó a cabo del 17 de mayo al 4 de octubre del 2014 (verano). Época ideal para la evaluación de la abundancia de los insectos descortezadores por los picos de captura máxima (Domínguez-Sánchez *et al.*, 2008; Barton, 2015).

Las especies localizadas muestran patrones altitudinales bien definidas, la mayoría prefiere altitudes medias a bajas (Cuadro 5), esto coincide con la correlación encontrada por Rubin-Aguirre *et al.*, (2015) entre la abundancia de los insectos descortezadores y la temperatura máxima, hallando mayor riqueza de especies y abundancia en los sitios con menor altitud en la región de Uruapan, Michoacán.

Cuadro 5. Distribución de las especies por sitio de monitoreo.

Especie	Sitio y altitud media ¹				
	El Pilón 1,139	El Tepozán 1,592	El Lobo 1,602	El Durazno 2,237	La Pingüica 3,052
<i>Pseudips mexicanus</i>	✓	✓	✓	✓	✓
<i>Ips bonanseai</i>	✓		✓	✓	✓
<i>Ips integer</i>					✓
<i>Ips lecontei</i>		✓			
<i>Ips confusus</i>				✓	
<i>Ips cribricollis</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Ips grandicollis</i>	✓	✓	✓	✓	
<i>Ips calligraphus</i>		✓	✓		

¹Altitud media: Metros sobre el nivel del mar.

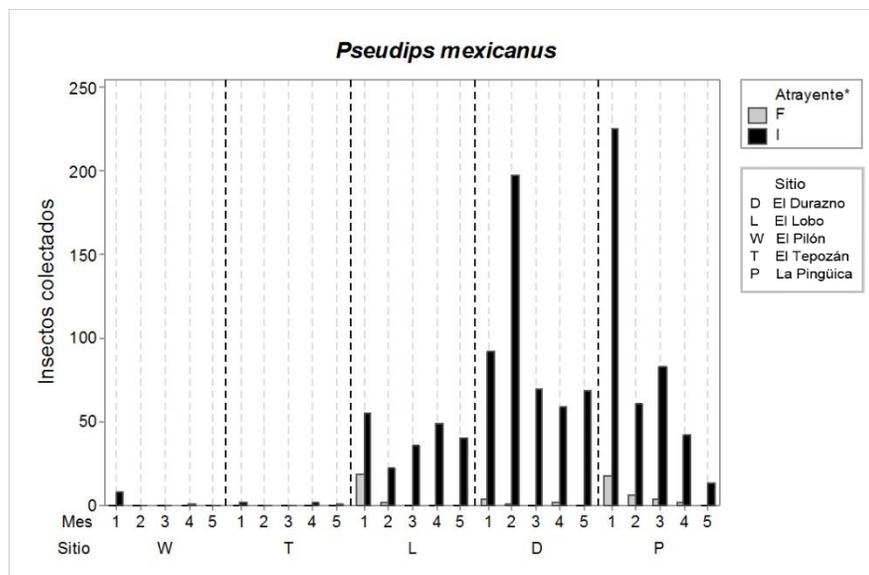
A continuación se discute la distribución de cada una de las especies halladas dentro de la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, Querétaro.

Pseudips mexicanus

Este descortezador registró amplia distribución dentro de la RBSG, se capturaron ejemplares en los cinco sitios de monitoreo, encontrándose dentro del gradiente altitudinal que va desde los 1139 hasta los 3052 msnm, con

preferencia entre 1602 a 3052 msnm en los sitios El Lobo, El Durazno y La Pingüica (Figura 3), en estos tres sitios la captura de este descortezador se observó de forma regular durante el periodo de monitoreo. En el Anexo 2.1 se proporciona el modelo seleccionado con el criterio de AIC para estudiar el número de individuos capturados entre las variables sitio, mes y atrayente; como se puede notar las tres variables anteriores influyen en el número de individuos atrapados.

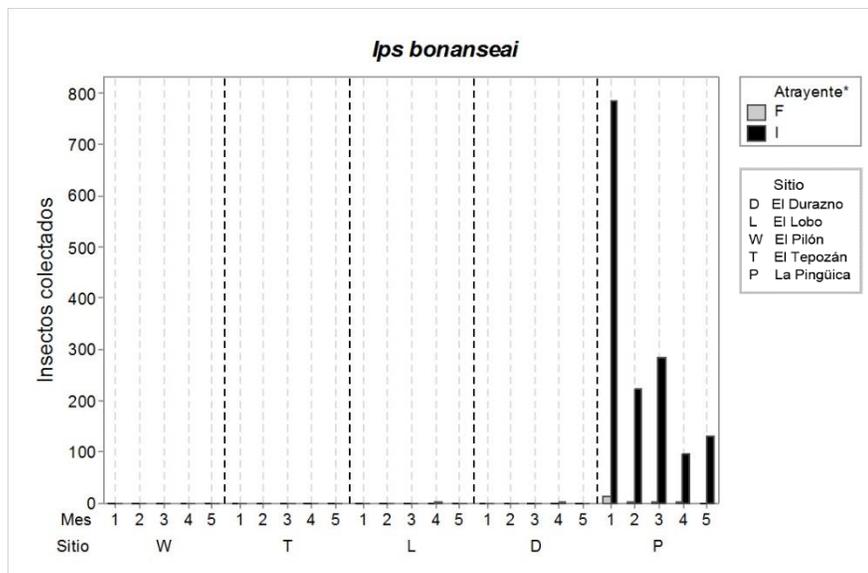
Sus principales hospederos dentro de la zona de estudio son: *Pinus greggii*, *Pinus oocarpa*, *Pinus cembroides* y *Pinus hartwegii*. Esta especie tiene una importancia mediana ya que está involucrado en la muerte de árboles, el manchado de la madera, la transmisión de patógenos y como competidor de otros descortezadores (Cibrián *et. al.*, 1995).



*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
 Figura 3. Capturas de *Pseudips mexicanus* en los sitios de monitoreo.

Ips bonanseai

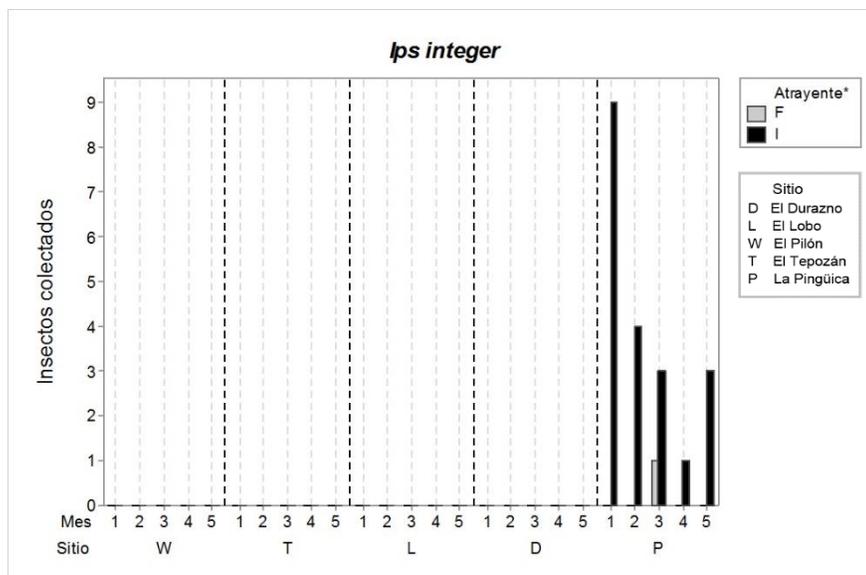
Esta especie se encontró en cuatro de los cinco sitios monitoreados, con ausencia en el sitio El Tepozán. Observando una preferencia en la banda altitudinal más alta dentro del área de estudio con 3052 msnm en el sitio La Pingüica (Figura 4), el modelo seleccionado (Anexo 2.2) indica que las variables mes y atrayente influyen en el número de individuos colectados. Para el primer mes se observó un pico máximo, con una tendencia negativa para los demás meses del monitoreo. Este descortezador presenta una distribución continua a lo largo de la República Mexicana (Camacho-Pantoja, 2012). Sus principales hospederos dentro de la RBSG son: *Pinus greggii*, *Pinus cembroides* y *Pinus hartwegii*.



*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
Figura 4. Capturas de *Ips bonanseai* en los sitios de monitoreo.

Ips integer

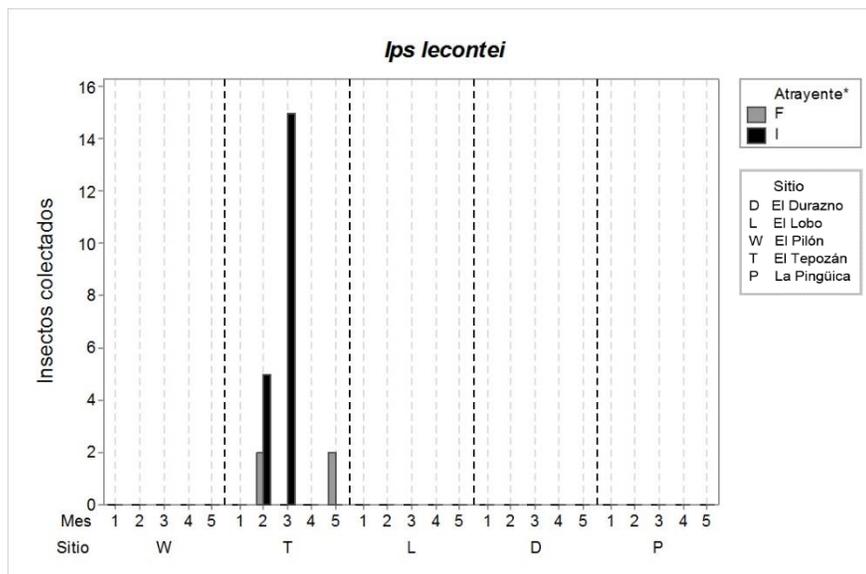
Esta especie se observó únicamente en el rango altitudinal más alto dentro de los sitios estudiados (La Pingüica, 3052 msnm), el modelo seleccionado (Anexo 2.3) indica que las variables mes y atrayente influyen en el número de individuos colectados. El número de individuos capturados, fue bajo (Figura 5), esto explica que el compuesto feromonal utilizado no es el adecuado para esta especie; o bien, debido a que esta especie prefiere vivir en fustes y ramas de diámetros grandes, preferentemente caídos, no así nuestro estudio que se llevó a cabo en árboles en pie. El principal daño causado por este insecto descortezador es el manchado de la madera, porta hongos manchadores dentro de micangios; al excavar las galerías libera las esporas de éstos hongos, los cuales rápidamente colonizan el floema y el xilema del hospedante. Es un insecto muy frecuente en la región central del país (Cibrián *et. al.*, 1995). Su hospedero en este sitio es la especie de *Pinus hartwegii*.



*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
Figura 5. Capturas de *Ips integer* en los sitios de monitoreo.

Ips lecontei

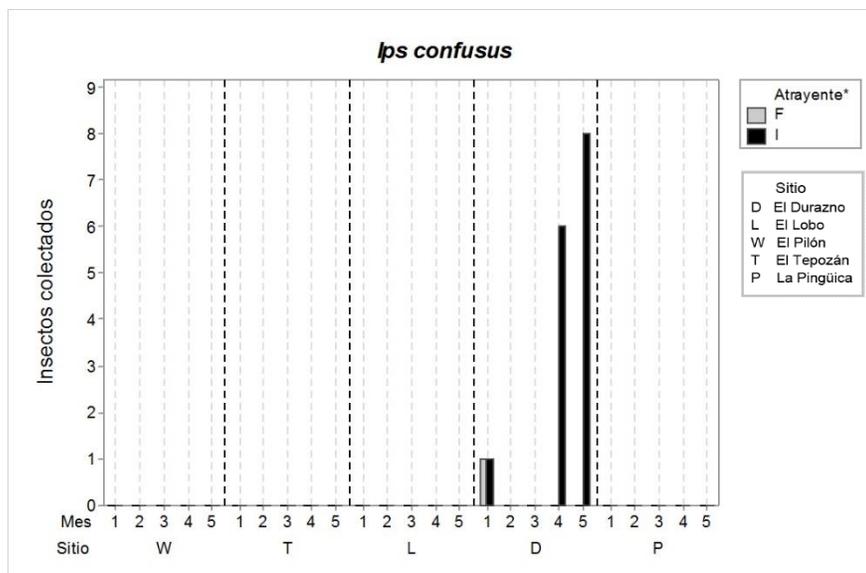
Esta especie se encontró únicamente en el sitio El Tepozán (1592 msnm) en rodales de *Pinus oocarpa*. El compuesto de ipsdienol + ipsenol + lanierone no fue una mezcla adecuada para esta especie, reflejándose un número bajo de insectos capturados (Figura 6), aunque el modelo seleccionado (Anexo 2.4) indica que la variable atrayente influyen en el número de individuos colectados. Esta especie, normalmente infesta árboles caídos y vive en el fuste o en las ramas de ellos; sin embargo, cuando hay períodos prolongados de sequía, el insecto es capaz de infestar y causar la muerte de árboles sanos, sobre todo de aquellos que está en sitios pobres (Cibrián *et. al.*, 1995).



*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
Figura 6. Capturas de *Ips lecontei* en los sitios de monitoreo.

Ips confusus

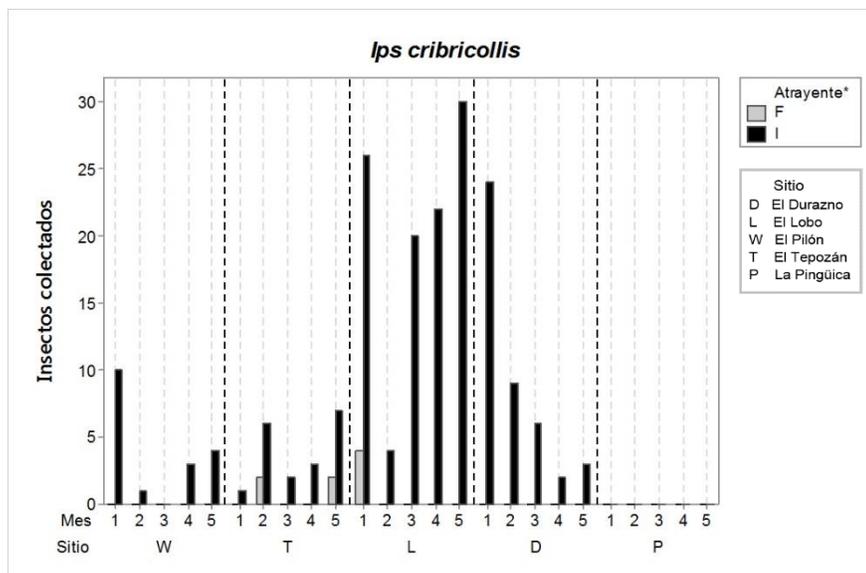
Los individuos de esta especie se encontraron únicamente en el sitio El Durazno, con una vegetación arbórea principalmente de pinos piñoneros (*Pinus cembroides*), dentro de la banda altitudinal de los 2237 msnm. El modelo seleccionado (Anexo 2.5) indica que las variables mes y atrayente influyen en el número de individuos colectados, encontrándose un número bajo de insectos durante el periodo de monitoreo (Figura 7). Esta especie, en el suroeste de Colorado (EE.UU.) es la principal plaga de los pinos piñoneros, ya que periódicamente causa la muerte de los árboles en grandes extensiones. Normalmente atacan árboles moribundos, recién muertos en pie, recién caídos o trocería recién cortada. Bajo condiciones favorables para los insectos (períodos de sequía) pueden matar árboles aparentemente sanos (SEMARNAT, 2010).



*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
Figura 7. Capturas de *Ips confusus* en los sitios de monitoreo.

Ips cribricollis

Este descortezador registró amplia distribución dentro de la zona de estudio, se capturaron individuos en cuatro de los cinco sitios de monitoreo, encontrándose dentro del gradiente altitudinal que va desde los 1139 hasta los 2237 msnm, con una preferencia en la banda de altitud de los 1602 msnm en el sitio El Lobo (Figura 8), el modelo seleccionado (Anexo 2.6) indica que las variables sitio, mes y atrayente influyen en el número de individuos colectados. Sus principales hospederos dentro de la RBSG son: *Pinus greggii*, *Pinus oocarpa* y *Pinus cembroides*.

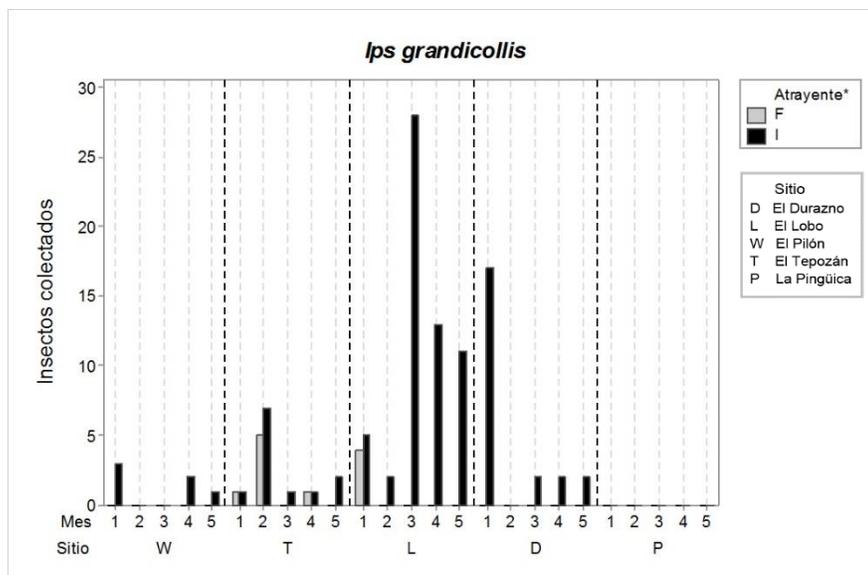


*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
Figura 8. Capturas de *Ips cribricollis* en los sitios de monitoreo.

Ips grandicollis

Se localizó entre los rangos altitudinales de los 1139 hasta los 2237 msnm, en los sitios El Pílon, El Tepozán, El Lobo y El Durazno (Figura 9). Sus principales hospederos dentro de la Reserva son: *Pinus greggii*, *Pinus oocarpa* y *Pinus*

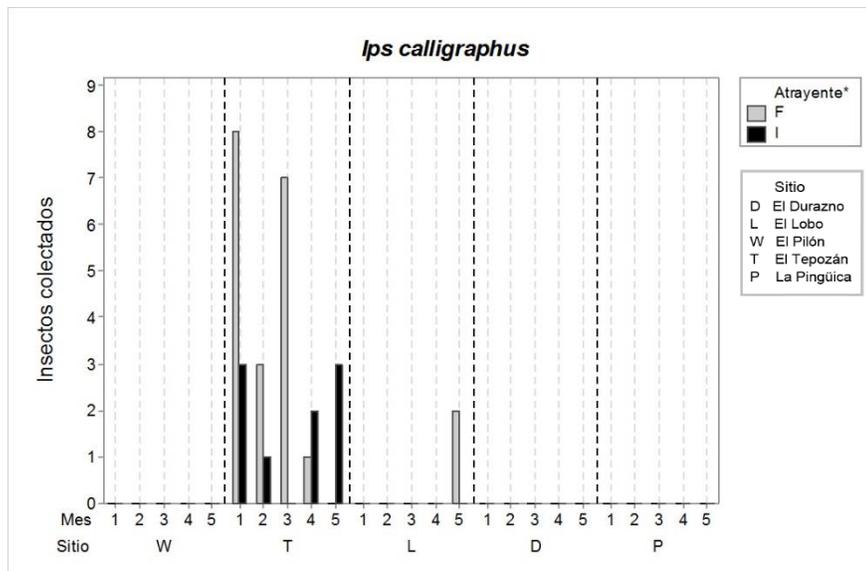
cembroides. El modelo seleccionado (Anexo 2.7) indica que las variables sitio, mes y atrayente influyen en el número de individuos colectados. El Lobo, sitio en donde hubo una mayor preferencia para estos insectos, con un pico máximo en el tercer mes (12 de julio – 9 de agosto). En México su importancia es reducida debido a que es un insecto secundario y no se han encontrado daños considerables, en cambio en Australia se tienen registros de daños cuantiosas en plantaciones forestales con pérdidas millonarias (DAFF, 2012). En un estudio realizado por Miller *et al.* (2005), en el sureste de Estados Unidos concluyen que el compuesto feromonal de ipsdienol + ipsenol + lanierone es la mejor combinación para la atracción de esta especie en números considerables y consistentes que cualquier tratamiento individual; así mismo, esta combinación puede tener una amplia aplicabilidad para las cuestiones de cuarentena, además de ser mucho menos costoso que las combinaciones utilizando cebos de alta pureza enantiomérica.



*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
 Figura 9. Capturas de *Ips grandicollis* en los sitios de monitoreo.

Ips calligraphus

Este pequeño número de individuos colectados para esta especie se estableció dentro de los sitios El Tepozán y El Lobo (Figura 10), sitios con altitud similar 1592 – 1602 msnm respectivamente. Su principal hospedante en la RBSG es *Pinus oocarpa*. El modelo seleccionado (Anexo 2.8) indica que las variables mes y atrayente influyen en el número de individuos colectados. Estudio realizado en el sureste de Estados Unidos por Miller *et al.*, (2005), evaluaron entre otros, el compuesto ipsdienol + ipsenol + lanierone, encontrando también números bajos de insectos capturados de *I. calligraphus* en los sitios de monitoreo, concluyendo que una posible explicación a esto, se debe a que la población se encuentra en niveles considerablemente bajos que otras especies; así como una explicación alternativa, la falta de algún componente a la feromona de atracción.



*Atrayente F: Frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno; I: Ipsdienol + ipsenol + lanierone.
Figura 10. Capturas de *Ips calligraphus* en los sitios de monitoreo.

6. CONCLUSIONES

Dentro del manejo integrado de plagas forestales (MIP), la identificación taxonómica de las especies es uno de los puntos clave para el estudio de los organismos, sean hospedantes, competidores, parasitoides, depredadores o patógenos; relevante ya que con dicha información y con apoyo de los otros principios que conforman las bases del MIP se puede generar, establecer y ejecutar un programa de control y combate mediante objetivos planteados dentro del programa fitosanitario.

Durante el periodo de monitoreo de los insectos descortezadores en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda estado de Querétaro, en las diferentes bandas altitudinales monitoreadas, se encontraron siete especies del género *Ips* y una de *Pseudips*, que son las siguientes: *Ips bonanseai* Hopkins, *Ips integer* Eichhoff, *Ips lecontei* Swaine, *Ips confusus* LeConte, *Ips cribricollis* Eichhoff, *Ips grandicollis* Eichhoff, *Ips calligraphus* Germar y *Pseudips mexicanus* Hopkins. Las principales especies de coníferas hospedantes que se distribuyen dentro de la zona de estudio son: *Pinus greggii*, *Pinus oocarpa*, *Pinus cembroides* y *Pinus hartwegii*.

Entre las especies de insectos descortezadores con mayor cantidad de individuos atraídos se encuentra *Ips cribricollis* e *Ips grandicollis*

estableciéndose dentro del mismo rango altitudinal de los 1139 hasta los 2237 msnm; mientras que *Pseudips mexicanus* se distribuye en todo el rango altitudinal estudiado que va de los 1602 hasta los 3052 msnm, la especie de *Ips bonansea* prefiere la zona de altitud media a alta, arriba de los 1602 hasta los 3052 msnm. En las tendencias altitudinales presentes en la distribución de estas especies, se concluye que la elevación se encuentra dentro de los factores específicos en el soporte de las evaluaciones de los descortezadores de coníferas dentro de la Reserva.

El periodo de vuelo de los insectos descortezadores está fuertemente marcada durante la época de verano, lapso en el cual se desarrolló el estudio, componente importante a considerar dentro de las actividades del manejo integrado de plagas forestales en la RBSG. Así mismo, se hicieron esfuerzos por cubrir todo el periodo de vuelo, para estudios posteriores se sugiere se tome en cuenta la actividad en las otras estaciones del año.

La respuesta específica de los compuestos feromonales utilizados resultó significativamente diferente entre ellos, como era de esperarse. El atrayente compuesto de frontalina + endo-brevicomina + α y β pineno, es una feromona eficaz para el estudio de especies de *Dendroctonus spp.* por esta razón se entiende la poca o nula captura de *Ips* en las trampas cebadas con dicho compuesto; caso contrario, con el ipsdienol + ipsenol + lanierone se observó una atracción preferencial para estas especies del genero *Ips* en particular a las cuatro especies con un numero de captura elevada, no así el resto que

reflejaron números bajos, para estos últimos se concluye que la mezcla no fue la adecuada.

La información obtenida sobre el comportamiento de las poblaciones de las especies del genero *Ips* en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda, permite contribuir a establecer estrategias de monitoreo para facilitar el desarrollo de tácticas de gestión, tales como tratamientos silvícolas para las actividades de saneamiento dirigidas a la Reserva, tomando en cuenta la época de vuelo de los insectos descortezadores, correspondientes a los meses de verano.

7. LITERATURA CITADA

- All, J.N., R.F. Anderson. 1972. Initial attack and brood production by females of *Ips grandicollis* (Coleoptera: Scolytidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 65, 1293–1296.
- Allison, J. D., J.L. McKenney, D.R. Miller, and M.L. Gimmel. 2012. Kairomonal responses of natural enemies and associates of *Ips* pine engravers (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) to ipsdienol, ipsenol and cis-verbenol. *J. Insect Behav.* 26(3): 321-335.
- Atkinson T., H. 1982. Los géneros de la familia Scolytidae (Coleóptera) en México. Resumen de taxonomía y biología. In: Memoria II Simposio Nacional de Parasitología Forestal; Cuernavaca, Morelos. pp. 106–141.
- Aukema, B.H., and K.F. Raffa. 2002. Relative effects of exophytic predation, endophytic predation, and intraspecific competition on a subcortical herbivore: Consequences to the reproduction of *Ips pini* and *Thanasimus dubius*. *Oecologia*133:483–491.
- Aukema, B.H., and K.F. Raffa. 2004. Behavior of adult and larval *Platysoma cylindrical* (Coleoptera: Histeridae) and larval *Medetera bistriata* (Diptera: Dolichopodidae) during subcortical predation of *Ips pini* (Coleoptera: Scolytidae). *J. Insect Behav.* 17(1): 115-128.
- Barton, C. S. 2015. Monitoring Abundance of *Ips* Bark Beetles and Determining Related Tree Mortality in Arkansas and Texas. Thesis of Master Science in Entomology, University Of Arkansas. 109 p.
- Bergroth, E. 1884. Bemerkungen zur dritten Auflage des Catalogus Coleopterorum Europae auctoribus L. v. Heyden, E. Reitter et J. Weise. *Berliner entomologische Zeitschrift* 28, 225–230.
- Billings, R.F. and R.S. Cameron. 1984. Kairomonal responses of Coleoptera *Monochamus titillator* (Cerambycidae), *Thanasimus dubius* (Cleridae) and *Temnochila virescens* (Trogositidae), to behavioural chemicals of southern pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Environmental Entomology* 13:1542–48.

- Birgersson, G., M.J. Dalusky, K.E. Espelie, C.W. Berisford. 2012. Pheromone production, attraction, and interspecific inhibition among four species of *Ips* bark beetles in the Southeastern USA, Psyche ID532652.
- Breshears, D.D., N.S. Cobb, P.M. Price, C.D. Allen, R.G. Balice, W.H. Romme. 2005. Regional vegetation die-off in response to global change-type-drought. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 102, 15144–15148.
- Byers, J.A., 1989. Chemical ecology of bark beetles. *Experientia* 45, 271–283.
- Camacho P., A. 2012. El género *Ips* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) en México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 73 p.
- Cane, H. J., L. D. Wood and W. J. Fox. 1990. Ancestral semiochemical attraction persists for adjoining populations of sibling *Ips* bark beetles (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Chemical Ecology*. 16(4): 993-1013.
- Chansler, J.F. 1964. Overwintering habits of *Ips lecontei* Sw. and *Ips confusus* (Lec.) in Arizona and New Mexico: United States Department of Agriculture Forest Service Research Note RM–27, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Fort Collins, CO.
- Chararas, C. 1962. Etude biologique des scolytides des conifères. *Encyclopedie Entomologique*, Ser. A, Nr. 38, Paul Lechevalier, Paris.
- Cibrián Tovar, D., J. T. Mendez Montiel, R. Campos Bolaños, J. Flores Lara y H. O. Yates m. 1995. Los insectos Forestales de México/Forest Insects of México. Publ. 2. Comisión Forestal de América del Norte. Universidad Autónoma Chapingo, Subsecretaría Forestal y de Fauna, SARH; Southeastern Forest Ext. Sta Forest Service, USDA y Ministry of Forestry, Canadá. 450 p.
- Comisión Nacional Forestal. 2007. Manual de sanidad Forestal. México.
- Dahlsten, D.L. 1982. Relationships between bark beetles and their natural enemies. pp. 140-182. *In* Mitton, J. B. and K. B. Sturgeon (eds.), *Bark Beetles in North American Conifers: A System for the Study of Evolutionary Biology*. University of Texas Press, Austin, Texas. 527 pp.
- Dahlsten, D.L. and M.C. Whitmore. 1989. Potential for biocontrol of *Dendroctonus* and *Ips* bark beetles: The case for and against the biological

control of bark beetles. pp. 3-19. In Kulhavy, D. L. and M. C. Miller. Potential for Biological Control of *Dendroctonus* and *Ips* Bark Beetles. Center for Applied Studies, School of Forestry, Stephen F. Austin State University, Nacogdoches, Texas. 255 pp.

Department of Agriculture, Fisheries and Forestry. 2012. Queensland government. Disponible en: <http://www.daff.qld.gov.au/forestry/pests-and-diseases/five-spined-bark-beetle>. Consultado el 3 de junio de 2015.

Dixon, W.N., and T.L. Payne. 1979a. Sequence of arrival and spatial distribution of entomophagous and associate insects on southern pine beetle-infested trees. Texas Agricultural Experiment Station College Station, Texas. Miscellaneous Publication 1432. 27 pp.

Dixon, W.N., and T.L. Payne. 1979b. Aggregation of *Thanasimus dubius* on trees under mass attack by the southern pine beetle. Environ. Entomol. 8(1): 178-181.

Domínguez-Sánchez, B., J.E. Macías-Sámano, N. Ramírez-Marcial y J.L. León-Cortés. 2008. Respuesta kairomonal de coleópteros asociados a *Dendroctonus frontalis* y dos especies de *Ips* (Coleoptera: Curculionidae) en bosques de Chiapas, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 79:175-183.

Flores D. A. P. 2009. Identificación de hongos asociados a *Ips integer* Eichhoff en *Pinus hartwegii* Lindl. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 45 p.

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

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

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

- Fox, W. J., L. D. Wood and S. C. Koehler. 1991. Engraver beetles (Scolytidae: *Ips* species) as vectors of the pitch canker fungus, *Fusarium subglutinans*. *Can. Ent.* 123: 1355-1367.
- Francke, W., M. L. Pan, J. Bartels, A. W. König, P. J. Vité, S. Krawielitzki and U. Kohnle. 1986. The odour bouquet of three pine engraver beetles (*Ips spp.*). *Journal of applied entomology.* 101(5): 453-461.
- Furniss, M.L. and V.M. Carolin, 1992. Western forest insects: United States Department of Agriculture Forest Service Miscellaneous Publication, No. 1339, Washington, DC.
- Furniss, R. L. and V. M. Carolin. 1977. Western forest insects. Department of Agriculture. Forest Service. Misc. Publ. 1339. 383 pp.
- Goyer, R. A., and M. T. Smith. 1981. The feeding potential of *Corticus glaber* and *Corticus parallelus* (Coleoptera: Tenebrionidae), facultative predators of the southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Entomol.* 113(9): 807-811.
- Harrington, C. T. and J. M. Wingfield. 1998. Ecology and biogeography of *Pinus*. Diseases and the ecology of indigenous and exotic pines. Cambridge University Press. 3-33 pp.
- Hernández L. R.A. 2010. Dinámica poblacional de especies de *Ips* (Curculionidae: Scolytinae) y sus depredadores empleando trampas cebadas con feromonas en la calera, Cd. Guzmán; Las coloradas y Corralitos en Tecalitlán, Jalisco. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 73 p.
- Hodge, G. R. and W. S. Dvorak. 2000. Differential responses of Central American and Mexican pine species and *Pinus radiata* to infection by the pitch canker fungus. *New Forests.* (19): 241-258.
- Jakuš, R. and M. Blaženec. 2002. Influence of proportion of (4S)-cis-verbenol in pheromone bait on *Ips typographus* (Col., Scolytidae) catch in pheromone trap barrier and in single traps. *Journal of applied entomology.* 126(6):306-311.
- Kerényi, Z., K. Zeller, L. Hornok, and F. J. Leslie. 1999. Molecular standarization of mating type terminology in the *Gibberella fujikuroi* Species complex. *Applied and environmental microbiology.* 65(9): 4071-4076.

- Klepzig, K.D., and R.W. Hofstetter. 2011. From attack to emergence: interactions between southern pine beetle, mites, microdes, and trees. pp. 141-152. *In* R. N. Coulson and K. D. Klepzig (eds.). Southern Pine Beetle II, U. S. Department of Agriculture Forest Service: Southern Research Station Gen Tech Report, SRS-140.
- Lanier, G.N. 1967. *Ips plastographus* (Coleoptera: Scolytidae) tunneling in sapwood in lodgepole pine in California. *Can. Entomol.* 99, 1334–1335.
- Lattin, J. D. 1999. Bionomics of the Anthocoridae. *Annu. Rev. Entomol.* 44: 207-231 pp.
- Lekander, B., 1968. Scandinavian bark beetle larvae: descriptions and classification. Department of Forest Zoology, Royal College of Forestry, Stockholm. *Res. Notes* 4, 1–186.
- Lieutier, F. 2002. Mechanisms of resistance in conifers and bark beetle attack strategies. pp 31-77. *In* M. R. Wagner, K. M. Clancy, F. Lieutier, and T. D. Payne (eds.). *Mechanisms and Deployment of Resistance in Trees to Insects*. Netherlands: Kluwer.
- Lindgren, S. 1983. A multiple funnel trap for scolytid beetles. *Canadian Entomologist* 115: 299 –302.
- Linit, M. J. and F. M. Stephen. 1983. Parasite and predator component of within-tree southern pine beetle (Coleoptera: Scolytidae) mortality. *Can. Entomol.* 115: 679-688.
- Macías-Sámano, J. E. 2004. *Manual de Procedimientos. Monitoreo de descortezadores y sus depredadores mediante el uso de semioquímicos*. Ecosur-CONAFOR-CONANP-USDA-FS. Tapachula, Chis, México. 26 pp.
- McAlpine, J. F., and G. Morge. 1970. The density, distribution, and biology of *Lonchaea zetterstedti* with notes on related species (Diptera: Lonchaeidae). *Can. Entomol.* 102(12): 1559-1566.
- Miller, D. R., & Borden, J. H. 2000. Dose-dependent and species-specific responses of pine bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to monoterpenes in association with pheromones. *The Canadian Entomologist*, 132(02), 183-195.

- Miller, D. R., C. Asaro & C.W. Berisford. 2005. Attraction of southern pine engravers and associated bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) to ipsenol, ipsdienol, and lanierone in southeastern United States. *Journal of economic entomology*, 98(6), 2058-2066.
- Miller, D. R., J.H. Borden, G.S. King G. & K.N. Slessor. 1991. Ipsenol: an aggregation pheromone for *Ips latidens* (Leconte)(Coleoptera: Scolytidae). *Journal of chemical ecology*, 17(8), 1517-1527.
- Perry, J. P. Jr., A. Graham y M. D. Richardson. 1998. The history of pines in México and Central America. *In*: M. D. Richardson (ed). *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press. Cambridge, UK. pp: 137-149.
- Phillips, M.A., R.B. Croteau. 1999. Resin-based defense in conifers. *Trends in Plant Sci.* 4, 184–190.
- Price, R.A., A. Liston and S.H. Strauss. 1998. Phylogeny and systematics of *Pinus*. P.49-68 in Richardson, D.M. (ed.), *Ecology and Biogeography of Pinus*. Cambridge University Press. ISBN 0-521-55176-5.
- Pureswaran, D. S., R. W. Hofstetter, & B. T. Sullivan. 2008. Attraction of the Southern Pine Beetle, *Dendroctonus frontalis*, to Pheromone Components of the Western Pine Beetle, *Dendroctonus brevicomis* (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae), in an Allopatric Zone. *Environ. Entomol.* 37(1): 70 – 78.
- R Development Core Team. 2015. R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponible en: <http://www.Rproject.org> Fecha de consulta: 3 de mayo de 2015.
- Reeve, J. D. 1997. Predation and bark beetle dynamics. *Oecologia* 112(1): 48-54.
- Reeve, J. D. 2011. Predators of the southern pine beetle. pp. 153-160. *In* R. N. Coulson and K. D. Klepzig (eds.), *Southern Pine Beetle II*. Gen. Tech. Rep. SRS-140. Asheville, NC. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station.
- Reeve, J. D. and P. Turchin. 2002. Evidence for predator-prey cycles in a bark beetle. pp. 92-108. *In* A. A. Berryman (ed.). *Population cycles: The case for trophic interactions*. New York: Oxford University Press.

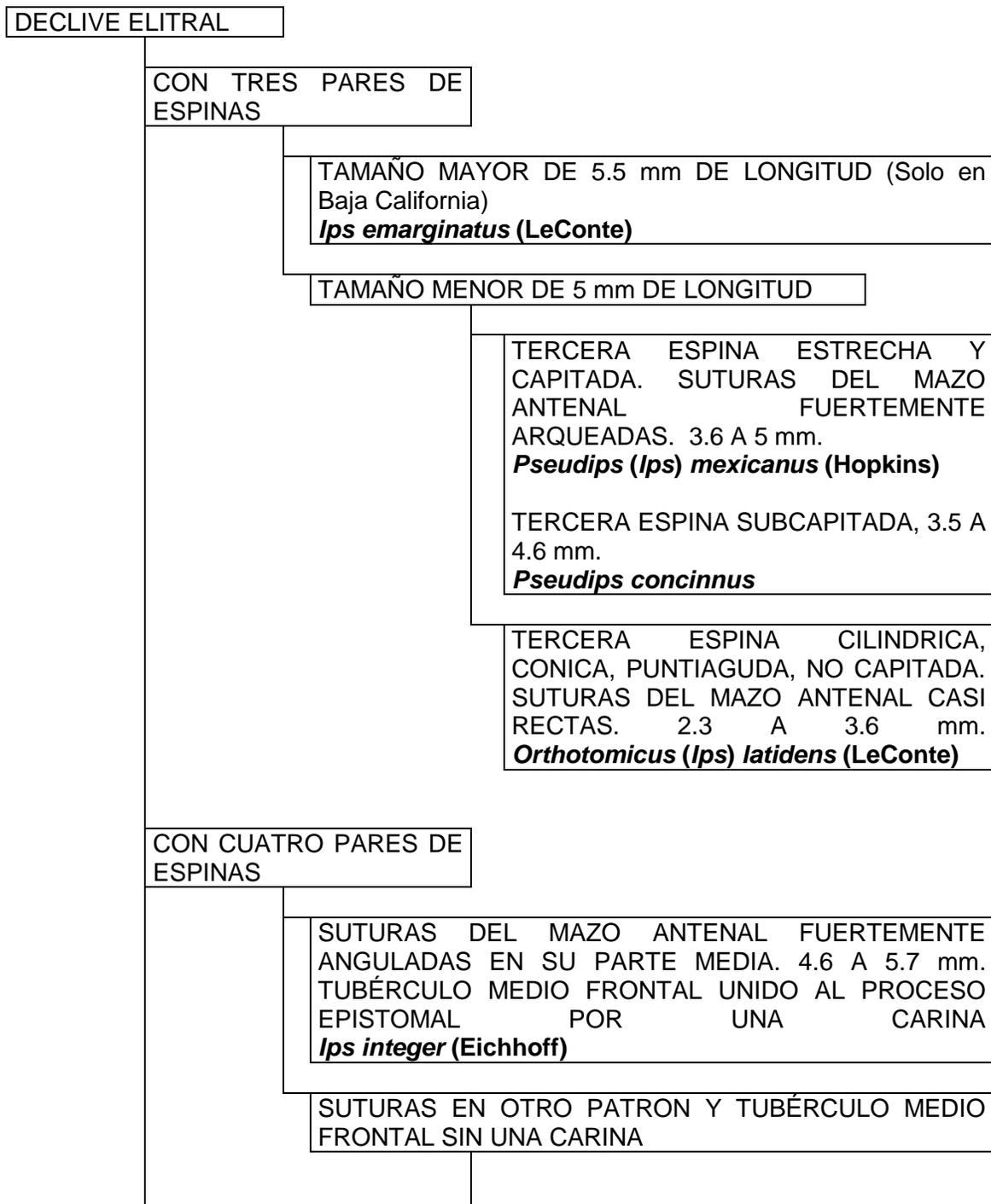
- Rubin-Aguirre, A., C. Saenz-Romero, R. Lindig-Cisneros, A. A. del-Rio-Mora, C. A. Tena-Morelos, R. Campos-Bolaños and E. del-Val. 2015. Bark beetle pests in an altitudinal gradient of a Mexican managed forest. *Forest Ecology and Management*, 343, 73-79.
- Rudinsky, J.A., 1962. Ecology of Scolytidae. *Annu. Rev. Entomol.* 7, 327–348.
- Ruiz, R. P. 2008. Conservación de la avifauna en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda; Del pago de servicios ambientales a la educación ambiental. Pag. 569 – 576. *Tundra to tropics: connecting birds, habitats and people.* In Proceedings of the 4th International Partners in Flight Conference.
- Sánchez, G. 2008. Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques, primavera.* Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México. 14 (1): 107-120.
- Sánchez, S. J. A. y L. Torres E. 2006. Manual para la identificación de los principales problemas fitosanitarios de los bosques del estado de Coahuila. Inifap. 43 p.
- Sánchez-Martínez, G., L. M. Torres-Espinosa, I. Vázquez-Collazo, E. González-Gaona y R. Narváez-Flores. 2007. Monitoreo y manejo de insectos descortezadores de coníferas. Libro Técnico No. 4. INIFAP, CIRNOC, Campo Experimental Pabellón. Aguascalientes, Méx. 107p.
- Schroeder, M.L. and A. Lindelöw. 2002. Attacks on living spruce trees by *Ips typographus* (Col. Scolytidae) following a storm-felling: comparison between stands with and without removal of wind-felled trees. *Agr. Forest Entomol.* 4, 47–56.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. Ficha de *Ips confusus*. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/15/1443Ips%20confusus..pdf> Consultado el 2 de abril de 2015.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales>. Consultado el 25 de febrero de 2015.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana. NOM-019-SEMARNAT-2006. 2006. Diario Oficial de la Federación. Primera sección. 14 p.

- Seybold, S.J., Bohlmann, J., Raffa, K.F., 2000. Biosynthesis of coniferophagous bark beetle pheromones and conifer isoprenoids: evolutionary perspective and synthesis. *Can. Entomol.* 132, 697e753.
- Shepherd, W. P. 2004. Biology and host finding of predaceous hister beetles (Coleoptera: Histeridae) associated with *Ips spp.* (Coleoptera: Scolytidae) in loblolly pine (*Pinus taeda* L.). PhD Dissertation. Louisiana State University, Department of Entomology. 108 pp.
- Silverstein, R.M., J.O. Rodin, D.L. Wood. 1966. Sex attractants in frass produced by male *Ips confusus* in ponderosa pine. *Science* 154, 509–510.
- Smith, M. T., and R. A. Goyer. 1980. Relative abundance and seasonal occurrence of *Corticeus glaber* and *Corticeus parallelus* (Coleoptera: Tenebrionidae), associates of the southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis* (Coleoptera: Scolytidae). *Can. Entomol.* 112(5):515-519.
- Stadelmann, G., H. Bugmann, F. Meier, B. Wermelinger and C. Bigler. 2013. Effects of salvage logging and sanitation felling on bark beetle (*Ips typographus* L.) infestations. *For. Ecol. Manage.* 305, 273–281.
- Steed, B. and Willhite. 2007. No publicado. IAT Interin reports *Ips* in Mexican 2nd trip. USDA, Estados Unidos. 20 p.
- Stephen, F. M. 2011. Southern pine beetle competitors. pp. 183-198. *In* R. N. Coulson and K. D. Klepzig (eds.). Southern Pine Beetle II. Gen. Tech. Rep. SRS-140. Asheville, NC. U.S. Department of Agriculture Forest Service, Southern Research Station.
- Tkacz, B. M., H. H., Burdsall, G. A. DeNitto, A. Eglitis, J. B. Hanson, J. T. Kliejunas, W. E. William, J. G. O'Brien and E. L. Smith. 1998. Pest risk assessment of the importation into the United States of unprocessed *Pinus* and *Abies* logs from Mexico. Department of Agriculture. General Technical Report. FPL–GTR–104. Madison, WI: U.S. 116 p.
- Wermelinger, B., 2004. Ecology and management of the spruce bark beetle *Ips typographus* - a review of recent research. *For. Ecol. Manage.* 202, 67–82.
- Wilkinson, R. C., and J. L. Foltz. 1982. *Ips* engraver beetles: Identification, biology, and control. Georgia forest research paper 35. 10 pp.

- Williams, A.P., C.D. Allen, C.I. Millar, T.W. Swetnam, J. Michaelsen, C.J. Stilla and S.W. Leavitt. 2010. Forest responses to increasing aridity and warmth in the southwestern United States. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.* 107, 21289–21294.
- Wood, D.L. 1982. The role of pheromones, kairomones, and allomones in the host selection and colonization behavior of bark beetles. *Annu. Rev. Entomol.* 27, 411–446.
- Wood, D.L., R.W. Stark, R.M. Silverstein, J.O. Rodin. 1967. Unique synergistic effects produced by the principal sex attractant compounds of *Ips confusus* (LeConte) (Coleoptera: Scolytidae). *Nature* 215, 206.
- Wood, S.L. 1982. The bark and ambrosia beetles of North and Central America (Coleoptera: Scolytidae), a taxonomic monograph. *Great Basin Naturalist Memoirs* 6:1-1356.
- Wood, S.L. and D.E. Bright. 1992. A catalog of Scolytidae and Platypodidae (Coleoptera), Part 2: Taxonomic Index. *Great Basin Nat. Mem.* 13, 1–1553.
- Yearian, W. C., R. J. Gouger, and R. C. Wilkinson. 1972. Effects of the bluestain fungus, *Ceratocystis ips*, on development of *Ips* bark beetles in pine bolts. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 65(2): 481-487.

8. ANEXO 1

Clave para identificar a los adultos de las especies de *Ips* que se encuentran en México. Modificada de Wood, 1982; Cibrián *et al.*, 1995 y Camacho-Pantoja, 2012.



TAMAÑO DE 5.2 mm, TERCERA ESPINA CAPITADA Y SUTURAS DEL MAZO ANTENAL FUERTEMENTE ARQUEADAS.

Ips plastographus

TUBÉRCULO FRONTAL MEDIANO, CONECTADO POR UNA DÉBIL CARINA AL PROCESO EPISTOMAL. LAS PUNTUACIONES QUE ESTAN ATRAS DE LA CIMA DEL PRONOTO SON DE IGUAL TAMAÑO, INCLUSO CON LAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS AREAS POSTEROLATERALES DEL MISMO. 2.9 A 3.4 mm.

Ips bonanseai (Hopkins)

FRENTE SIN TUBÉRCULO FRONTAL MEDIANO LAS PUNTUACIONES QUE ESTAN ATRAS DE LA CIMA DEL PRONOTO SON MENOS DENSAS Y MAS PEQUEÑAS QUE LAS QUE SE ENCUENTRAN EN LAS AREAS POSTEROLATERALES DEL MISMO. 3.3 A 4.3 mm.

Ips pini (Say)

CON CINCO PARES DE ESPINAS

EN PINOS PINONEROS. 3.5 A 4.2 mm.

Ips confusus (LeConte) Ips hoppingi (Lanier)

EN OTROS PINOS

SIN TUBERCULO MEDIANO FRONTAL. EN LOS MACHOS EL PROCESO EPISTOMAL ES BIFIDO, ESPINA 3 DEL DECLIVE ELITRAL PEQUEÑA Y SIN GANCHO. 4 A 5.5. mm.

Ips lecontei (Swaine)

CON TUBERCULO MEDIANO FRONTAL

ESPINAS DECLIVITALES 2 Y
3 SEPARADAS EN SUS
BASES. 2.9 A 4.6 mm.

***Ips grandicollis* (Eichhoff)**

ESPINAS DECLIVITALES 2 Y
3 UNIDAS EN SUS BASES.
2.9 A 3.6 mm.

Ips cribicollis*

CON SEIS PARES DE ESPINAS. 3.8 A 5.9 mm
***Ips calligraphus* (Germar)**

9. ANEXO 2

Modelo Lineal Generalizado “Distribución Poisson”

Modelo lineal generalizado de efecto de los factores “sitio”, “mes” y “atrayente”, sobre las abundancias registradas por especie de insectos colectados.

Anexo 2.1 *Pseudips mexicanus*

```
glm(formula = y ~ sitio + mes + atrayente, family = poisson(log),  
     data = Datos)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-6.249	-2.235	-0.792	1.076	6.844

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	2.15520	0.14134	15.248	< 2e-16 ***
sitio[T.L]	-0.79536	0.08068	-9.859	< 2e-16 ***
sitio[T.P]	-0.08444	0.06501	-1.299	0.194
mes[T.2]	-0.35702	0.07669	-4.655	3.23e-06 ***
mes[T.3]	-0.76076	0.08719	-8.725	< 2e-16 ***
mes[T.4]	-0.98649	0.09442	-10.448	< 2e-16 ***
mes[T.5]	-1.21943	0.10304	-11.834	< 2e-16 ***
atrayerente[T.I]	2.95437	0.13468	21.936	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 1824.00 on 29 degrees of freedom
Residual deviance: 314.95 on 22 degrees of freedom
AIC: 449.01

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Anexo 2.2 *Ips bonanseai*

```
glm(formula = y ~ mes + atrayente, family = poisson(log), data =  
Datos)
```

Deviance Residuals:

```
1      2      3      4      5      6      7      8  
0.59140 -0.20359 -1.23596  1.69746 -1.97556 -0.07481  0.02456  0.13578  
9      10  
-0.25401  0.17135
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	2.47672	0.20996	11.80	<2e-16	***
mes[T.2]	-1.26283	0.07534	-16.76	<2e-16	***
mes[T.3]	-1.02040	0.06873	-14.85	<2e-16	***
mes[T.4]	-2.07819	0.10607	-19.59	<2e-16	***
mes[T.5]	-1.80816	0.09426	-19.18	<2e-16	***
atrayente[T.I]	4.19163	0.21009	19.95	<2e-16	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

```
Null deviance: 2797.8341  on 9  degrees of freedom  
Residual deviance: 8.8215  on 4  degrees of freedom  
AIC: 70.544
```

Number of Fisher Scoring iterations: 5

Anexo 2.3 *lps integer*

```
glm(formula = y ~ mes + atrayente, family = poisson(log), data =  
Datos)
```

Deviance Residuals:

```
1      2      3      4      5      6      7  
-0.92582 -0.61721  1.30285 -0.30861 -0.53452  0.14519  0.09679  
8      9     10  
-0.43092  0.04840  0.08383
```

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.8473	1.0313	-0.822	0.41130
mes[T.2]	-0.8109	0.6009	-1.349	0.17719
mes[T.3]	-0.8109	0.6009	-1.349	0.17719
mes[T.4]	-2.1972	1.0541	-2.084	0.03712 *
mes[T.5]	-1.0986	0.6667	-1.648	0.09937 .
atrayente[T.I]	2.9957	1.0247	2.924	0.00346 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

```
Null deviance: 32.662 on 9 degrees of freedom  
Residual deviance: 3.542 on 4 degrees of freedom  
AIC: 32.845
```

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Anexo 2.4 *Ips lecontei*

```
glm(formula = y ~ atrayente, family = poisson(log), data = Datos)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.8284	-2.4375	-1.2649	0.9639	4.2015

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)
(Intercept)	-0.2231	0.5000	-0.446	0.6554
atrayente[T.I]	1.6094	0.5477	2.938	0.0033 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 60.859 on 9 degrees of freedom

Residual deviance: 49.214 on 8 degrees of freedom

AIC: 66.479

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Anexo 2.5 *Ips confusus*

```
glm(formula = y ~ mes + atrayente, family = poisson(log), data =  
Datos)
```

Deviance Residuals:

1	2	3	4	5	6	7
1.55206	-0.00002	-0.00002	-0.86603	-1.00000	-0.70198	-0.00008
8	9	10				
-0.00008	0.15640	0.18060				

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-2.0794	1.1990	-1.734	0.08285	.
mes[T.2]	-20.0694	9780.5212	-0.002	0.99836	
mes[T.3]	-20.0694	9780.5212	-0.002	0.99836	
mes[T.4]	1.0986	0.8165	1.346	0.17846	
mes[T.5]	1.3863	0.7906	1.754	0.07951	.
atrayente[T.I]	2.7081	1.0328	2.622	0.00874	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 39.7321 on 9 degrees of freedom
Residual deviance: 4.7087 on 4 degrees of freedom
AIC: 28.304

Number of Fisher Scoring iterations: 18

Anexo 2.6 *Ips cribricollis*

```
glm(formula = y ~ sitio + mes + atrayente, family = poisson(log),  
     data = Datos)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-2.9949	-1.0385	-0.5764	0.7955	2.7908

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-0.4665	0.3907	-1.194	0.232436	
sitio[T.L]	0.8792	0.1793	4.903	9.45e-07	***
sitio[T.T]	-0.6487	0.2573	-2.521	0.011698	*
sitio[T.W]	-0.8938	0.2798	-3.195	0.001400	**
mes[T.2]	-1.0833	0.2467	-4.392	1.12e-05	***
mes[T.3]	-0.8422	0.2261	-3.726	0.000195	***
mes[T.4]	-0.7732	0.2207	-3.503	0.000460	***
mes[T.5]	-0.3457	0.1927	-1.794	0.072742	.
atrayente[T.I]	3.1300	0.3612	8.666	< 2e-16	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 404.641 on 39 degrees of freedom
Residual deviance: 83.121 on 31 degrees of freedom
AIC: 178.83

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Anexo 2.7 *Ips grandicollis*

```
glm(formula = y ~ sitio + mes + atrayente, family = poisson(log),  
     data = Datos)
```

Deviance Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-3.1881	-1.3161	-0.7475	0.6694	4.5767

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	-4.517e-01	3.855e-01	-1.172	0.24135	
sitio[T.L]	1.008e+00	2.436e-01	4.136	3.53e-05	***
sitio[T.T]	-1.911e-01	3.100e-01	-0.616	0.53771	
sitio[T.W]	-1.344e+00	4.584e-01	-2.931	0.00338	**
mes[T.2]	-7.949e-01	3.220e-01	-2.469	0.01356	*
mes[T.3]	4.737e-14	2.540e-01	0.000	1.00000	
mes[T.4]	-4.895e-01	2.914e-01	-1.680	0.09291	.
mes[T.5]	-6.614e-01	3.078e-01	-2.149	0.03167	*
atrayente[T.I]	2.207e+00	3.177e-01	6.949	3.69e-12	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 269.54 on 39 degrees of freedom
Residual deviance: 113.39 on 31 degrees of freedom
AIC: 194.62

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Anexo 2.8 *Ips calligraphus*

```
glm(formula = y ~ mes + atrayente, family = poisson(log), data =  
Datos)
```

Deviance Residuals:

1	2	3	4	5	6	7	8
0.1938	0.1705	0.9637	-0.8061	-2.0178	-0.2926	-0.2623	-2.1213
9	10						
0.9201	1.6548						

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	z value	Pr(> z)	
(Intercept)	2.0101	0.3284	6.122	9.27e-10	***
mes[T.2]	-1.0116	0.5839	-1.733	0.0832	.
mes[T.3]	-0.4520	0.4835	-0.935	0.3499	
mes[T.4]	-1.2993	0.6513	-1.995	0.0461	*
mes[T.5]	-1.2993	0.6513	-1.995	0.0461	*
atrayente[T.I]	-0.7472	0.4047	-1.847	0.0648	.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for poisson family taken to be 1)

Null deviance: 25.403 on 9 degrees of freedom
Residual deviance: 13.956 on 4 degrees of freedom
AIC: 49.291

Number of Fisher Scoring iterations: 6

Nota: El elemento faltante dentro de cada factor principal corresponde al contraste de éste con los demás elementos correspondientes. Por ejemplo, para el caso del mes de colecta, mes 1 corresponde al elemento contrastado contra mes 2, mes 3, mes 4 y mes 5.

Las diferencias significativas entre factores están indicadas por asteriscos al final de la última columna (= $P < 0.1$; . = $P < 0.05$; * = $P < 0.01$; ** = $P < 0.001$; *** = $P < 0$).