



INFORME FINAL:

Alternativas Mecánicas para el Control de Insectos descortezadores de Pino.



Director del Proyecto:

David Cibrián Tovar

Responsable Técnico:

Sergio Arturo Quiñonez Favila

Texcoco, Edo. de México, Noviembre de 2014

Alternativas Mecánicas para el Control de Insectos descortezadores de Pino.

AUTORES:

- David Cibrián Tovar, Universidad Autónoma Chapingo (UACH) (Coord. Gral.)
- Sergio Arturo Quiñonez Favila, Universidad Autónoma Chapingo (UACH)
- Sergio Quiñonez Barraza, CONAFOR Gerencia Estatal Durango.
- Alcestis Llanderal Arango, Universidad Autónoma Chapingo (UACH)
- Jesús Morales Bautista, Universidad Autónoma Chapingo (UACH)

Propuesta para citar este documento:

Cibrián T., D.; S.A. Quiñonez F.; S. Quiñonez B.; A. Llanderal A.; J. Morales B. 2014. *Alternativas Mecánicas para el Control de Insectos Descortezadores de Pino.*, Reporte Técnico CONAFOR. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco Edo. de México. 77 p.

Agradecimientos

Para el desarrollo del proyecto se tuvo el financiamiento de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Oficinas Centrales, de la Gerencia de Sanidad Forestal y de la Gerencia de Desarrollo y Transferencia de Tecnología.

En el estudio con la astilladora tuvimos el soporte del Sr. Sergio Fierros administrador del P.P. Rancho Santa Bárbara, (Sta. Bárbara, Municipio de Durango, Durango) y de su personal en especial del Sr. Bernabé y Víctor Alfonso Pacheco Escobedo; quienes nos apoyaron con infraestructura de equipo (vehículo con astilladora) material de campo y permiso para trabajar en el predio. Agradecemos a la gerencia estatal de la CONAFOR en Durango, dirigida por el Ing. José Marcos Daniel Trujano Thomé, así como del departamento de sanidad forestal a cargo del Ing. Sergio Quiñonez Barraza y el apoyo del Ing. Arturo Moreno Cabral y de la Ing. Dalia Swietenia Torres Silva en el estado de Durango.

Para el estudio con el descortezador portátil (el movido con motosierra de marca comercial Log-Wizard), tuvimos el apoyo del Ing. Julio Hernández Gutiérrez Jefe de Sanidad Forestal de la Protectora de Bosques del Estado de México con el soporte de la Biol. Cristina Nolasco Romero encargada de sanidad forestal en las oficinas de PROBOSQUE en la región Texcoco, quién nos contactó con el Sr. Arturo Gonzáles Granados Comisariado Ejidal de San Francisco Zentlalpan, Edo. de México, así como a los Sres. ejidatarios Rafael Rodríguez y Rafael Hernández, quiénes nos apoyaron durante los trabajos de campo.

Resumen ejecutivo

Para el combate de insectos descortezadores de pino, *Dendroctonus* e *Ips*, se probaron dos equipos, uno constituido por una descortezadora mecánica y el otro por una astilladora. La prueba con la descortezadora se realizó en Amecameca, estado de México, utilizando trozos de *Pinus leiophylla* infestados por *Dendroctonus mexicanus* y *D. frontalis*. La prueba con la astilladora se desarrolló en Durango, en árboles de *Pinus engelmanni* infestados principalmente por *Ips lecontei* y en menor grado por *Dendroctonus mexicanus*. La descortezadora causó la muerte del 98.3 % de los insectos que estuvieron dentro de la troza, valor encontrado al comparar con población extraída de trozas testigo. La astilladora causó la muerte de 99.7 % de la población, en comparación con la población extraída de trozas testigo. La rapidez con que se hace el saneamiento también fue registrada, en el caso de la descortezadora se utilizó un tiempo menor al que se tiene en la actividad tradicional, se utilizaron 101 minutos para descortezar 1 m³, en comparación de los 123 minutos que se requirieron para el saneamiento tradicional de 1 m³, en este último caso el valor incluye la actividad adicional de combate, principalmente la aplicación de insecticidas. Para la astilladora la rapidez de trabajo es notoria, trabajando a ponto de molienda se registró una capacidad de 218 m³ molidos en un turno de 6 horas. Los costos del saneamiento con ambos equipos también fueron menores al costo de saneamiento tradicional, en el cuadro 1 se muestran las comparaciones entre ellos. Se concluye que ambos equipos fueron eficientes en el combate de insectos descortezadores. Por la biología y hábitos de estas especies, se sugiere el uso de la descortezadora acoplada a motosierra para el tratamiento de trozas de diámetros mayores a 15 cm, principalmente las atacadas por *Dendroctonus*. La astilladora es útil para el combate de insectos que están dentro de ramas o diámetros delgados, principalmente *Ips*; sin embargo, ambos equipos pueden ser utilizados en el combate de especies de ambos géneros de insectos.

Cuadro 1.- Relación de costos de la descortezadora mecánica y astilladora contra el saneamiento tradicional de primarios, secundarios y celulósicos.

CONCEPTO	Descortezadora	Primario	diferencia descortezadora vs primario	ASTILLADORA	Secundario	diferencia astilladora vs secundario	Celulósicos	diferencia astilladora vs celulósicos
Derribo, troceo y limpia	\$36.43	\$36.43	\$0.00	\$66.33	\$92.50	\$26.17	\$66.33	\$0.00
Junta y carga	\$63.67	\$63.67	\$0.00	\$4.29	\$4.29	\$0.00	\$0.00	-\$4.29
Flete de embarque	\$70.13	\$70.13	\$0.00	\$70.00	\$73.44	\$3.44	\$70.00	\$0.00
Documentador	\$11.33	\$11.33	\$0.00	\$5.93	\$8.13	\$2.20	\$5.93	\$0.00
Montero	\$13.67	\$13.67	\$0.00	\$7.27	\$9.38	\$2.11	\$7.27	\$0.00
Autoridades	\$21.00	\$21.00	\$0.00	\$4.33	\$15.00	\$10.67	\$4.33	\$0.00
Descortezado (manual) y fumigación	\$0.00	\$101.00	\$101.00	\$0.00	\$85.00	\$85.00	\$54.67	\$54.67
Insecticida	\$0.00	\$15.00	\$15.00	\$0.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00	\$15.00
Descortezado	\$60.00	\$0.00	-\$60.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
Molido	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$26.07	\$0.00	-\$26.07	\$0.00	-\$26.07
Carga a destino	\$21.07	\$21.07	\$0.00	\$16.67	\$19.69	\$3.02	\$16.67	\$0.00
Servicios Técnicos	\$23.77	\$23.77	\$0.00	\$12.17	\$16.47	\$4.30	\$12.17	\$0.00
COSTO DE SANEAMIENTO	\$321.07	\$377.07	\$56.00	\$213.06	\$338.90	\$125.84	\$252.37	\$39.31
Precio de venta del producto	\$625.67	\$625.67	\$0.00	\$450.00	\$450.00	\$0.00	\$213.33	-\$236.67
UTILIDAD NETA	\$304.60	\$248.60	-\$56.00	\$236.94	\$111.10	-\$125.84	-\$39.03	-\$275.97

CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	DESCORTEZADORES DE CONÍFERAS.....	1
2	OBJETIVOS	2
3	EVALUACIÓN DEL IMPLEMENTO “DESCORTEZADORA PORTÁTIL”	2
3.1.	MEDICIÓN DE TROCERÍA.....	3
3.1.1	DESCORTEZADORA PORTÁTIL.....	4
3.1.2	SELECCIÓN DEL SITIO	4
3.1.3	DESARROLLO DEL DESCORTEZADO CON LA DESCORTEZADORA PORTÁTIL	6
3.1.4	EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO	6
3.1.5	REVISIÓN DEL MATERIAL.....	8
3.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	8
3.2.1	SEPARACIÓN DEL MATERIAL	8
3.2.2	TESTIGO EN TROCERÍA.....	10
3.2.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	12
3.2.4	DESCORTEZADORES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO	13
3.2.5	CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	19
3.2.6	COSTOS	21
3.3	CONCLUSIONES	22
4	EVALUACIÓN DE ASTILLADORA.....	24
4.1	METODOLOGÍA	25
4.1.1	MEDICIÓN DE TROCERÍA.....	25
4.1.2	ASTILLADORA.....	26
4.1.3	SELECCIÓN DEL SITIO	28
4.1.4	DESARROLLO DEL ASTILLADO	28
4.1.5	EVALUACIÓN DEL TRATAMIENTO	29
4.1.6	REVISIÓN DEL MATERIAL.....	32
4.2	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.2.1	SEPARACIÓN DEL MATERIAL	33
4.2.2	TESTIGO EN TROCERÍA.....	35
4.2.3	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	37
4.2.4	DESCORTEZADORES PRESENTES EN LA ZONA DE ESTUDIO	38
4.2.5	CONSUMO DE COMBUSTIBLE.....	38
4.2.6	COSTOS	40
4.3	CONCLUSIONES	41
5	BIBLIOGRAFIA	43
6	ANEXOS	45
6.1	<i>DENDROCTONUS MEXICANUS</i> HOPKINS, 1905.....	45
6.2	<i>DENDROCTONUS FRONTALIS</i> ZIMMERMAN, 1868.....	55
6.3	<i>IPS BONANSEAI</i> HOPKINS 1905.....	62
6.4	<i>IPS LECONTEI</i> SWAINE, 1915	65

6.5	<i>IPS CRIBRICOLLIS</i> (EICHHOFF, 1868)	70
6.6	<i>PSEUDIPS MEXICANUS</i> (HOPKINS)	71

1 INTRODUCCIÓN

Con base en la información del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) y del Inventario Forestal Nacional 2000, la superficie forestal de bosques templados para la década de los setenta era de 377,600 km² y para el año 2000 disminuyó a 314,300 km², lo que representa una tasa de cambio de 0.25% por año respectivamente (Palacio *et al* 2000). Con base en la información de notificaciones de saneamiento emitidas por SEMARNAT, durante el periodo de 1990 a 2013, la superficie afectada por plagas y enfermedades forestales ascendió a 683,425 Ha, de éstas el 43% (294,142 Ha) fueron dañadas por descortezadores de pino, acentuándose el problema en la última década, 2003-2014, con las sequías que se presentaron en el país (2003, 2008 y 2010-2012) de forma que se tuvo el 84% de la afectación total del periodo.

1.1 Descortezadores de coníferas

Los bosques de coníferas de México están formados principalmente por especies de pinos (*Pinus* spp.) y por otros géneros como *Cupressus*, *Juniperus*, *Pseudotsuga* y *Abies*, los últimos dos considerados en la NOM-059-ECOL-2010 y tienen una distribución más restringida que los pinos; en cambio, el último tiene amplia distribución en las zonas de transición del altiplano a las partes altas de la sierra. Los bosques de pinos han evolucionado en conjunto con una fauna de insectos descortezadores, la cual es diversa y está bien establecida.

Dentro de la NOM-019-SEMARNAT-2006, en lo referente a los métodos de control del numeral 5.2 al 5.4 se mencionan los diferentes mecanismos de control para los insectos descortezadores, en ellos se refiere a los métodos físico-mecánicos, métodos químicos, uso de fuego, etc. Algunos de estos métodos generan impactos no deseados, como lentitud en el proceso, mayor riesgo de incendio, contaminación de plaguicidas al suelo y mortalidad en organismos no objetivo. Por ello, en el presente trabajo se planteó la necesidad de mejorar las técnicas de combate, con métodos físico-mecánicos.

2 OBJETIVOS

- Determinar la eficacia del método físico mecánico con base en implemento descortezador que se acopla motosierra (“Log Wizard”) para el control de los descortezadores de pino *Dendroctonus e Ips*. De aquí en adelante se llamará **descortezadora portátil y se propone que este sea el nombre con el usuario se refiera a este implemento.**
- Determinar la eficacia del tratamiento físico-mecánico mediante el uso de una astilladora movida por motor a diésel para el control de los descortezadores de pino de los géneros *Dendroctonus e Ips*.

3 EVALUACIÓN DEL IMPLEMENTO “DESCORTEZADORA PORTÁTIL”

Con la finalidad de evaluar la pertinencia de un método alternativo de control físico mecánico por medio de una descortezadora portátil (Log Wizard, implemento acoplado a una espada de motosierra que posee cuchillas de corte) se realizó un estudio en el Municipio de Amecameca, Estado de México, en terrenos pertenecientes al ejido San Francisco Zentlalpan, con bosques de *Pinus leiophylla* infestados por cinco especies de descortezadores: *Dendroctonus mexicanus*, *D. frontalis*, *Ips bonanseai*, *I. cribricollis* y *Pseudips mexicanus*. (Nota: **La presencia de *Dendroctonus frontalis* e *Ips cribricollis* en este sitio es nuevo hallazgo, no reportado previamente en esta región del estado de México; por ello se hace una descripción resumida en el capítulo de resultados**). Para la prueba de la descortezadora portátil se seleccionaron cuatro árboles del paraje La Palma, con coordenadas: 19° 9' 15.05"Norte y 98° 48' 38.94"Oeste a una altitud de 2603 msnm. Seccionando el fuste en trozas con longitud de 8 pies (254 cm), para conservar la trocería comercial, posteriormente las trozas se redujeron a 4 pies (127 cm). Para evitar sesgo, las trozas que recibieron diferentes tratamientos se seleccionaron de manera aleatoria; en el cuadro 2 se muestran estos datos.

Cuadro 2.- árboles seleccionados, con sus características dasométricas

# Árbol	perímetro (cm)	diámetro (cm)	categoría diamétrica	Altura (m)
1	89	28.3	> 20 cm	10
2	74	23.6	>20 cm	9
3	53	16.9	<20 cm	9
4	102	32.5	>20 cm	10

3.1. Medición de trocería

Se midieron trozas variables dasométricas como: diámetro mayor y menor, grosor de corteza, longitud; con estos valores se estimó el área de corteza y volumen del material descortezado, este material se sorteó aleatoriamente para la selección de las trozas testigo y las que recibirían el tratamiento.

Usando las siguientes formulas, se obtuvieron las variables de cálculo a utilizar:

∴ Donde

$P = \text{Perímetro}$

$R = \text{radio}$

$D = \text{Diámetro}$

$D_{prom} = \text{Diámetro Promedio}$

$D_{mayor} = \text{Diámetro Mayor}$

$D_{menor} = \text{Diámetro menor}$

$L = \text{Longitud de la troza}$

$A_c = \text{Área de un cilindro (de corteza)}$

$V = \text{Volumen de la troza}$

$$D = \frac{P}{\pi}$$

$$D_{prom} = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}$$

$$A_c = D_{prom} * \pi * L$$

$$V = \pi * r^2 * L$$

3.1.1 Descortezadora portátil

Para el ensayo, el implemento de motosierra “Log Wizard” fue impulsado por una motosierra con una cilindrada de 72.2 cm³, potencia de 3.9 kW o igual a 5.3 HP, con un peso del equipo de 6.6 Kg más 1.41 kg del implemento dando un total de 8 kg de peso del equipo, con una relación potencia peso de 2 kg/Kw,

3.1.2 Selección del sitio

Se seleccionó un sitio casi plano, pese a no ser indispensable por la capacidad del portabilidad del equipo; para la recepción del material descortezado, se colocó un plástico de poliuretano debajo de la trocería plagada, figura 2.



Figura 1.- Troza de *Pinus leiophylla* siendo tratada por el implemento de motosierra Log Wizard.



Figura 2.- Troza siendo descortezada con el Log Wizard y todo el resultante en el plástico de poliuretano

3.1.3 Desarrollo del descortezado con la descortezadora portátil

Se descortezó con el implemento Log Wizard, con las previsiones del equipo, el cual se colocó sobre la trocería plagada, la fuerza de tracción de la motosierra mueve las cuchillas de corte y con esto adelgaza la corteza de la trocería hasta la madera, la cual queda molida junto con los insectos descortezadores por la fuerza del equipo, figura 3.



Figura 3.- descortezado de troza con el equipo Log Wizard

3.1.4 Evaluación del tratamiento

Mediante la medición de las variables dasométricas antes mencionadas se calculó la superficie de corteza presente en cada troza, para compararla en unidades de 200 cm², las trozas testigo se descortezaron de forma manual, para determinar los insectos vivos presentes, como se observa en la figura 4, y para las trozas tratadas se revisó la corteza molida en búsqueda de insectos supervivientes, figura 5.



Figura 4.-Descortezador *Ips bonansea*, adulto y larva en troza testigo.



Figura 5.- Revisión del material molido en búsqueda de insectos supervivientes.

De igual forma, por cada troza trabajada se registró el tiempo requerido para desarrollar el proceso, así como el consumo de combustible por cada troza.

3.1.5 Revisión del material

Siguiendo con la revisión de los insectos descortezadores, los frascos de colecta, con descortezador, así como con otras especies asociadas, se trasladaron al Laboratorio de Entomología Forestal de la División de Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo para su identificación con las claves para el género *Dendroctonus* (Cibrián *et al* 1995) y para el género *Ips* (Cibrián *et al* 1995 modificada por Camacho 2012). En el caso de insectos asociados se identificaron con la información de Goyer *et al* 1974 y Coulson *et al* 2011.

3.2 Resultados y discusión

3.2.1 Separación del material

De los cuatro árboles se descortezaron 10 trozas con el implemento de motosierra Log Wizard, se utilizaron dos tamices, uno de ½ pulgada (1.27 cm) de luz entre cada cuadro, que sirvió para separar el material grande del resto; después fue pasado por otro tamiz de 0.2 pulg. (5 mm) de luz entre cuadro y cuadro, lo que permitió separar el material medio del fino, este último casi polvo. Lo que resultó en un tamaño promedio de partícula para el primer tamiz (grueso) de 25 x 15 x 1 mm y para el segundo tamiz se presentó un tamaño de partícula promedio de 15 x 10 x 1 mm.

El material más abundante fue el de tamaño medio, con el 65% de la proporción del material, con un peso promedio de 4.84 kg, seguido por el material grueso con el 23% y un peso promedio de 1.72 kg y el material fino con el 13% del material descortezado y un peso promedio de 0.94 kg, como se observa en el cuadro 3

Cuadro 3.- Peso Promedio, rangos y porcentaje de material molido para trozas de 4" de largo tratadas con Log Wizard

CATEGORÍA	PESO GLOBAL (kg)	%
fino	0.94 ± 0.75	12%
medio	4.84 ± 3.81	65%
grueso	1.72 ± 0.99	23%
TOTAL	7.50 ± 5.55	100%

Se trabajaron dos categorías de diámetro de trozas, inferiores a 20 cm (delgada) y superiores a este valor (gruesa); en las que se registraron bajos valores de material grueso procesado por el equipo.

Cuadro 4.-Peso promedio rangos y porcentaje de material molido para trozas de 4" de largo de dos diferentes categorías de diámetro tratadas con Log Wizard.

CATEGORÍA	PESO DELGADA (KG)	%	PESO GRUESA (KG)	%
fino	0.62 ± 0.43	12%	1.27 ± 0.64	13%
medio	2.98 ± 1.94	58%	6.70 ± 3.23	68%
grueso	1.57 ± 0.84	30%	1.86 ± 0.55	19%
PESO PROMEDIO				
DEL TOTAL DE LA MUESTRA	5.17 ± 3.21	100%	9.83 ± 4.42	100%



Figura 6.- Separación del material descortezado mediante el uso de diferentes calibres de malla.

3.2.2 Testigo en trocería

En el caso de la trocería testigo se midieron variables dasométricas como: diámetro mayor y menor, grosor de corteza y longitud; se les extrajeron de forma manual todos los descortezadores *Dendroctonus mexicanus*, *D. frontalis*, *Ips cribricollis*, *Ips bonanseai* y *Pseudips mexicanus*, así como larvas y pupas de los mismos presentes en ella, con los valores agrupados por la trocería delgada que es inferior a 20 cm en el cuadro 5 y la gruesa en el cuadro 6.

Cuadro 5.- Proporción de insectos descortezadores por troza testigo delgado con su número de troza (Troza), diámetro promedio (Dprom) en cm, grosor de corteza promedio en mm, área en m², número de Unidades Muestrales (UM) de 200 cm², promedio de insectos vivos por unidad muestral y número de insectos vivos por troza, en el Ej. San Francisco Zentlalpan, Amecameca, Edo. Mex.

Troza	D. prom (cm)	Grosor de corteza promedio (mm)	Área (m ²)	UM	Descortezadores			Descortezador/UM
					Adulto de <i>D. mexicanus</i>	Adulto de <i>D. frontalis</i>	TOTAL	
9	15	13.5	0.5792	29	47	2	494	15.4
11	15.5	7	0.5694	28.5	21	4	313	11
13	15	4	0.4712	23.6	6	1	1802	76.5
17	17.8	12.5	0.697	34.9	82	7	150	1.8
Suma	-	-	2.3168	116	156	14	2759	-
Prom	15.8	9.3	0.5792	29.0	39.0	3.5	689.8	26.2

En el caso de la trocería delgada se obtuvo un promedio de 26 descortezadores por unidad muestral de 200 cm² de forma que este valor es el que requeriría ser comparado contra el valor de los tratados por el equipo mediante pruebas estadísticas que le confieran la validez necesaria.

Cuadro 6.- Valores de trozas con diámetros mayores a 20 cm así como el número de insectos descortezadores por unidad muestral.

Troza	D. prom (cm)	Grosor de corteza promedio (mm)	Área (m ²)	UM	Descortezadores			Descortezador/UM
					Adulto de <i>D. mexicanus</i> valor medio por UM/200 cm ²	Adultos de <i>D. frontalis</i> valor medio por UM/200 cm ²	TOTAL	
2	27	20	1.0603	53.01	18	3	144	2.7
5	26.5	42	1.0407	52.03	29	4	504	9.7
7	20.3	27.5	0.7952	39.76	41	6	391	9.8
15	24.5	32.5	0.9621	48.11	79	9	158	3.3
Suma	-	-	3.8583	192.91	167	22	1197	-
Prom	24.6	30.5	0.9646	48.2	41.8	5.5	299.3	6.4

Para la trocería de mayor diámetro se presentó un menor valor de descortezadores por unidad muestral, siendo este casi de 6 descortezadores. El grosor de corteza fue tres veces más gruesa que el testigo inferior a 20 cm, lo que significó mayor tiempo de descortezado y complejidad en el proceso.

3.2.3 Análisis estadístico

En la evaluación del implemento de motosierra Log Wizard la expectativa es que el impacto del equipo sea un método de control de descortezador suficientemente efectivo. Una vez seleccionados los árboles y seccionados en trozas, se dividieron en grupos (Cuadro 7). Los cálculos de las pruebas estadísticas fueron generados con el paquete IBM SPSS Statistics versión 21.0.0.0.

De igual manera se evaluaron los grupos de forma que se pudieran detectar diferencias entre el tratamiento y el grupo testigo. La descripción de los datos analizados se presenta en el cuadro 7

Cuadro 7.- Media y error estándar del grupo Testigo y del grupo motosierra Log Wizard

Grupo	N	Media de insectos vivos/muestra	Error estándar
Testigo	8	26.44	7.06
Log wizard	10	0.34	0.09

En este caso también se realizó una prueba t para muestras independientes. Los resultados de la prueba ($t=4.461$, g.l.=10, $p\text{-valor}=0.01$) permiten establecer diferencias estadísticas significativas entre los grupos. Lo anterior indica que el tratamiento mediante el implemento de motosierra Log Wizard es una alternativa efectiva en el control del descortezador.

3.2.4 Descortezadores presentes en la zona de estudio

En el sitio de trabajo se utilizaron árboles de *Pinus leiophylla*, infestados por lo que aparentaba ser solo *Dendroctonus mexicanus*; sin embargo al revisar los insectos recolectados durante el conteo de insectos de las trozas testigo se descubrió que una pequeña parte de la población (aproximadamente 10%) fue *Dendroctonus frontalis*; para constatar la identidad de estos insectos se hicieron extracciones de genitalias de machos, los cuales dieron positivo a *D. frontalis*; este hallazgo es nuevo tanto para la especie en el rango altitudinal de 2600 msnm como en el hospedante. Del total de una muestra de 360 adultos de *Dendroctonus*, 324 fueron *D. mexicanus* y 36 fueron *D. frontalis*. Lo anterior permite concluir que ambas especies están en la zona; aunque *D. mexicanus* es más abundante.

También se logró determinar que *Ips cribricollis* es el principal competidor de los descortezadores primarios se pudo averiguar que en una muestra de 1522 adultos obtenidos de este género, 1065 correspondieron a *I. cribricollis*, 382 a *Ips bonanseai* y solo 75 a *Pseudips mexicanus*. Encontrar a *I. cribricollis* en *Pinus leiophylla* también es un nuevo reporte, ya que solo se le ha reportado de *Pinus caribaea*, *P. durangensis*, *P. lawsonii*, *P. montezumae*, *P. pseudostrobus* y *P. teocote*.

Se anexa información de los descortezadores presentes en la zona de estudio, para sus consideraciones técnicas.



Figura 7.- Vista lateral de *Dendroctonus mexicanus* (A), así como el edeago (B) y la varilla seminal (C).



Figura 8.- Vista lateral de *Dendroctonus frontalis* (A), así como el edeago (B) y la varilla seminal (C).

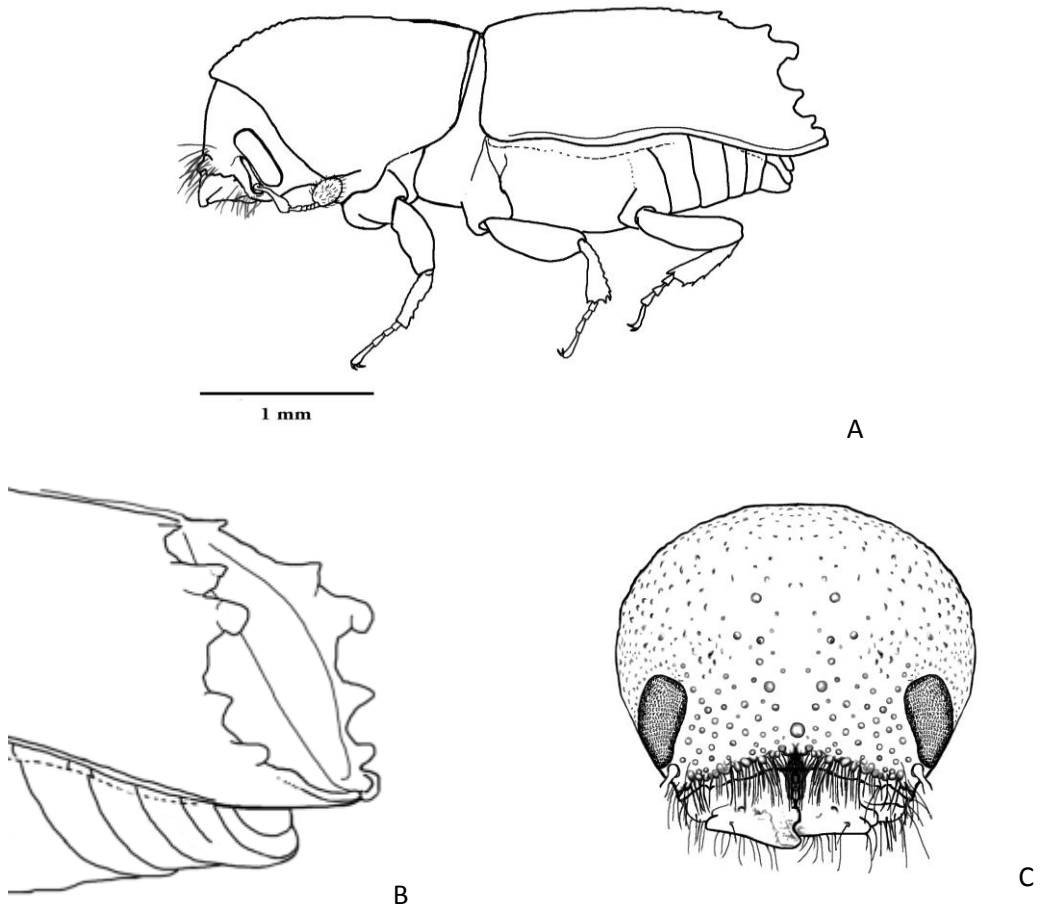


Figura 9.- ilustraciones de vista lateral (A), espinas del declive elitral (B) y cabeza de *Ips cribricollis* (C)

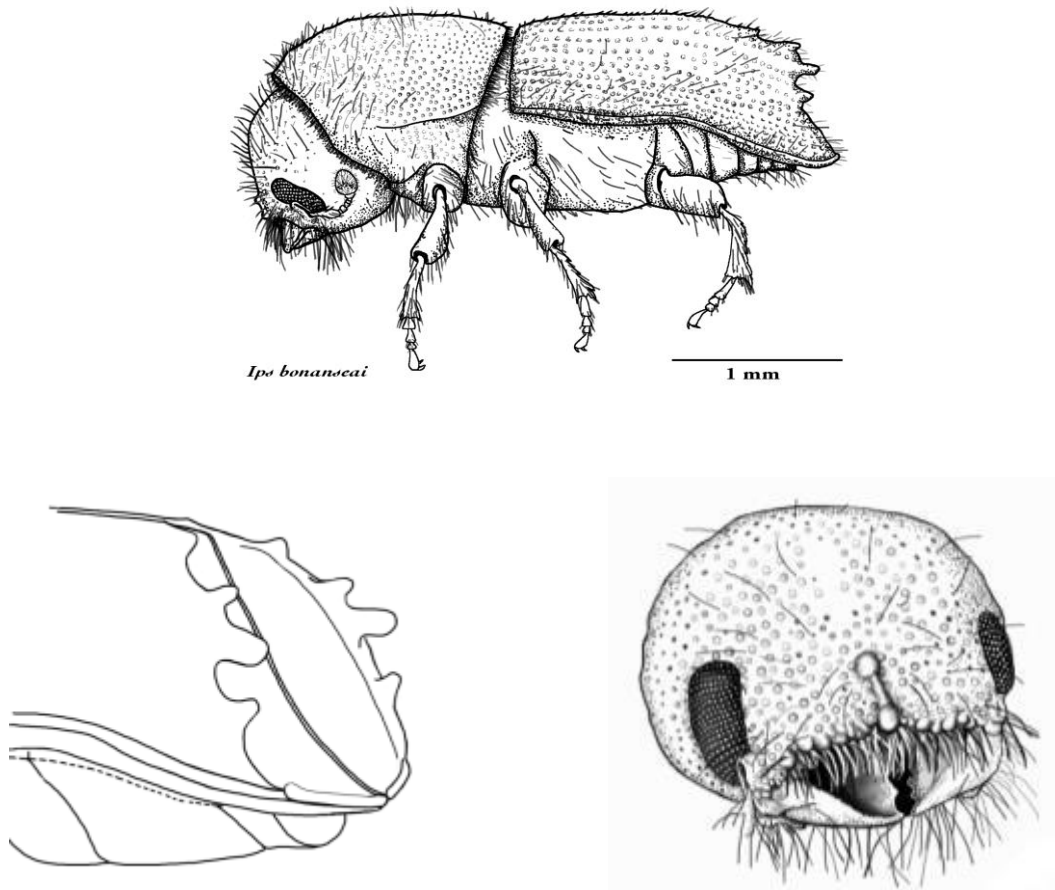


Figura 10.- ilustraciones de vista lateral (A), espinas del declive elitral (B) y cabeza de *Ips bonansea*(C)

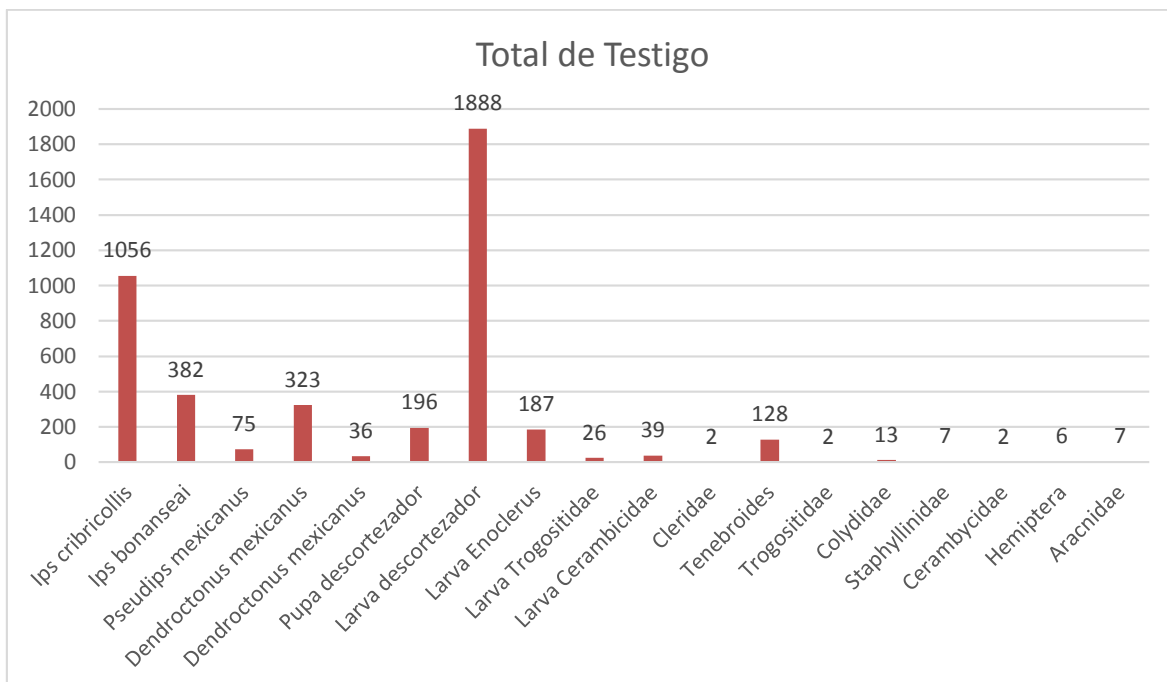


Figura 11.-Insectos descortezadores en trozas testigo del ejido San Francisco Zentlalpan, Amecameca, Estado de México.

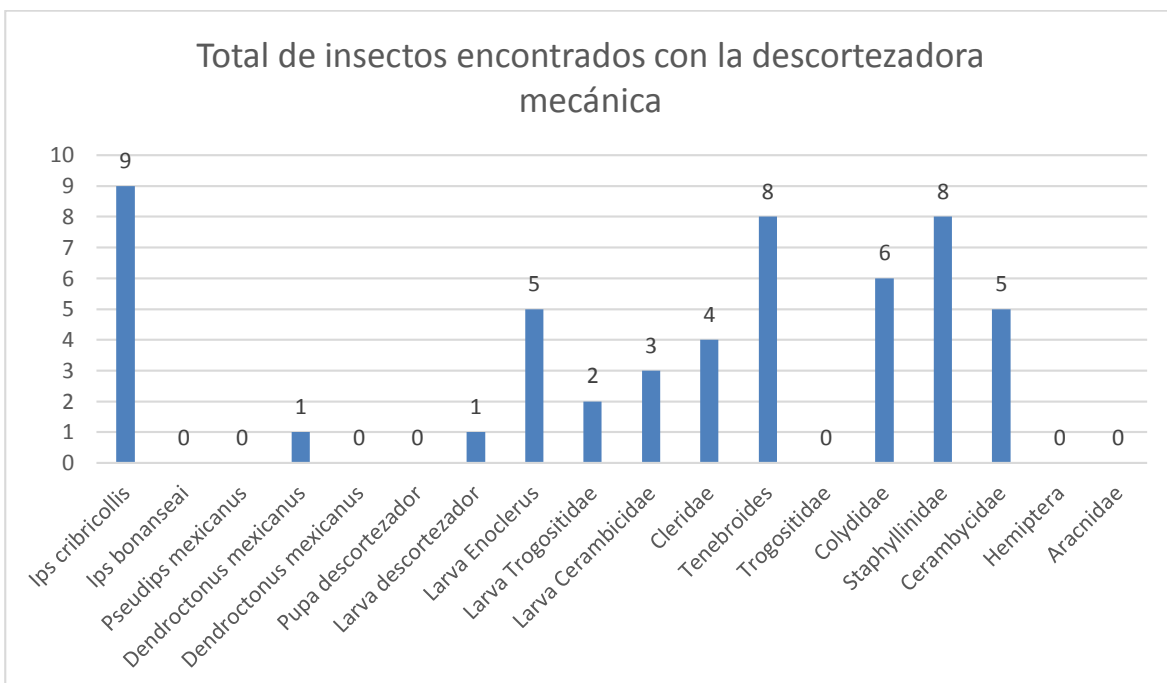


Figura 12.-Insectos descortezadores en trozas tratadas con la descortezadora mecánica en el ejido San Francisco Zentlalpan, Amecameca, Estado de México.

3.2.5 Consumo de combustible

Se calculó el consumo de combustible de la motosierra después de descortezar cada troza con la descortezadora mecánica *Log Wizard* para obtener el consumo medio de combustible por troza y tener el valor por metro cúbico, así como por tiempo.



Figura 13.- Medición de consumo de combustible por el equipo.

El análisis se realizó tanto para la trasería delgada (menor de 20 cm) de diámetro (cuadro8), así como para la trocería gruesa (cuadro 9), de forma que se obtuvieron los valores medios de estos y se realizó una comparación del total de la trocería tratada y se obtuvieron los valores del cuadro 10.

Cuadro 8.- Valores de gasto en la trocería tratada con la descortezadora mecánica, de la categoría de “delgada” (<20cm)

Troza	Árbol	Sección	Categoría	Volumen (m³)	Combustible (ml)	Tiempo (minutos:segundos)
4	1	5	delgada	0.0318	140	04:31
8	4	3	delgada	0.0255	188	06:12
12	8	3	delgada	0.0141	134	03:51
16	9	3	delgada	0.0351	160	06:03
18	9	5	delgada	0.0251	90	03:50
SUMA				0.1317	712	24:27
PROMEDIO				0.0263	142	04:53
MÁXIMO				0.0351	188	06:12
MÍNIMO				0.0141	90	03:50

Cuadro 9.- Valores de gasto en la trocería tratada con la descortezadora mecánica, de la categoría de “gruesa” (>20cm)

Troza	Árbol	Sección	Categoría	Volumen (m³)	Combustible (ml)	Tiempo (minutos:segundos)
1	1	1	gruesa	0.0839	210	04:20
3	1	3	gruesa	0.0599	90	04:57
6	4	1	gruesa	0.0472	165	06:05
10	8	1	gruesa	0.0399	80	04:02
14	9	1	gruesa	0.1103	140	04:20
SUMA				0.3411	685	23:44
PROMEDIO				0.0682	137	04:45
MÁXIMO				0.1103	210	06:05
MÍNIMO				0.0399	80	04:02

Cuadro 10.- Valores de gasto en el total de la trocería tratada con la descortezadora 21ortátil, en el Ejido San Francisco Zentlalpán.

Troza	Árbol	Sección	Categoría	Volumen (m ³)	Combustible (ml)	Tiempo (minutos:segundos)
4	1	5	delgada	0.0318	140	04:31
8	4	3	delgada	0.0255	188	06:12
12	8	3	delgada	0.0141	134	03:51
16	9	3	delgada	0.0351	160	06:03
18	9	5	delgada	0.0251	90	03:50
1	1	1	gruesa	0.0839	210	04:20
3	1	3	gruesa	0.0599	90	04:57
6	4	1	gruesa	0.0472	165	06:05
10	8	1	gruesa	0.0399	80	04:02
14	9	1	gruesa	0.1103	140	04:20
SUMA				0.4728	1397	48:11
PROMEDIO				0.0473	140	04:49
MÁXIMO				0.1103	210	06:12
MÍNIMO				0.0141	80	03:50

3.2.6 Costos

Dentro de los costos de saneamiento se calcularon costos en base a los datos de saneamiento de 10 ejidos y 6 predios particulares, los cuales nos arrojaron una diferencia de precios entre los diferentes productos que resultan del saneamiento, siendo los primarios, secundarios y celulósicos, siendo estos valores mostrados en el cuadro 11, en donde se describen los diferentes conceptos a los que es sometido el costo de saneamiento, de forma que se muestra la descortezadora mecánica contra el material primario, puesto que está da un excelente rendimiento en el material primario.

Cuadro 11.- Comparación de costos de primario de manera tradicional contra el uso de la descortezadora mecánica y la diferencia a la derecha.

CONCEPTO	Primario	Descortezadora	DIFERENCIA
Derribo, troceo y limpia	\$36.43	\$36.43	\$ -
Junta y carga	\$63.67	\$63.67	\$ -
Flete de embarque	\$70.13	\$70.13	\$ -
Documentador	\$11.33	\$11.33	\$ -
Montero	\$13.67	\$13.67	\$ -
Autoridades	\$21.00	\$21.00	\$ -
Descortezado	\$86.00	\$60.00	\$-26.00
fumigación	\$15.00	\$ -	\$-15.00
Insecticida	\$15.00	\$ -	\$-15.00
Carga a destino	\$21.07	\$21.07	\$ -
Servicios Técnicos	\$23.77	\$23.77	\$ -
COSTO DE SANEAMIENTO	\$377.07	\$321.07	\$-56.00
Precio de venta del producto	\$625.67	\$625.67	\$ -
UTILIDAD NETA	\$248.60	\$304.60	\$56.00

3.3 Conclusiones

El implemento de motosierra Log Wizard es un equipo apropiado para el control de insectos descortezadores de pino del género *Dendroctonus e Ips*.

Se observa que el consumo promedio por metro cúbico de 2.95 litros de mezcla de combustible enriquecido.

El tiempo promedio para descortezar una troza de 4" de largo con diámetro menor a 20 cm con volumen medio de 0.0473 m³, es en promedio de 4 minutos con 49 segundos, por lo que para realizar un metro cúbico con la descortezadora mecánica se requieren una hora 41 minutos 53 segundos, contra una hora 35 minutos y once segundos de descortezado, más 28 minutos y 12 segundos de aplicación de insecticida dando un total de 2 horas 3 minutos y 23 segundos en el método manual, y se tiene la ventaja comparativa de que la corteza molida no requiere otro tratamiento, a diferencia del método manual que requiere una aplicación de insecticida y/o la quema de la corteza resultante, que representa mayores impactos no deseados.

El costo promedio de descortezar un metro cúbico de pino plagado con la descortezadora mecánica es \$321.07 a diferencia de hacerlo con el método manual de \$377.07, con una rentabilidad extra de \$56.

Para la descortezadora mecánica el volumen estimado por jornal de ocho horas es de 4.7 m³/jornal a comparación de los 3.9 m³/jornal del método manual.

Los descortezadores asociados y combatidos con la descortezadora portátil fueron *Dendroctonus mexicanus*, *D. frontalis*, *Ips cribricollis*, *I. bonanseai* y *Pseudips mexicanus*.

4 Evaluación de astilladora

El uso de equipos de astillado de trocería es común en manufactura de astilla para la elaboración de diferentes productos forestales. Estas máquinas los poseen los industriales de la madera y son equipos con capacidades y marcas muy diversas. Por esta razón, se decidió probar un equipo de astillado y evaluar el resultado de molienda y medir la supervivencia de descortezadores de pino en el material trabajado.

En Durango, México, en 2013, los Ings. Sergio Quiñonez Barraza y José Luis Aguilar Vitela, en asociación con dueños de predios forestales afectados por insectos descortezadores introdujeron el uso de este equipo como método de control de estas plagas. No se hicieron estudios de validación, pero ellos aceptaron un excelente resultado de control.

Este estudio se realizó en el Municipio de Durango, Dgo. En terrenos pertenecientes al P.P. Rancho Santa Bárbara, con bosques de *Pinus engelmannii* y *P. cooperi* infestados por *Ips lecontei* y *Dendroctonus mexicanus*. Para la prueba de la astilladora se seleccionaron árboles del paraje El Arroyo. En esta área se seleccionaron 5 árboles con las categorías diamétricas e información mostradas en el Cuadro 12:

Cuadro 12.- árboles seleccionados, con sus características dasométricas

Árbol	Norte	Oeste	Altitud	Especie	DAP	Categoría
1	23°46'36.6"	104°55'22.0"	2317	<i>Pinus engelmannii</i>	25	Grueso
2	23°46'55.0"	104°55'31.4"	2279	<i>Pinus cooperi</i>	31	Grueso
3	23°47'23.5"	104°55'06.4"	2294	<i>Pinus cooperi</i>	18	Delgado
4	23°47'19.5"	104°54'59.9"	2309	<i>Pinus cooperi</i>	19	Delgado
5	23°47'04.1"	104°55'06.7"	2294	<i>Pinus cooperi</i>	38	Grueso

Seccionando el fuste en trozas con longitud de 4 pies (127 cm), para evitar sesgo se seleccionaron de manera aleatoria. En base a las dos categorías diamétricas, mayores de 20 cm y menores de 20 cm. Metodología

4.1 Metodología

4.1.1 Medición de trocería

Se realizó la medición de las trozas y puntas; las variables dasométricas fueron diámetro mayor y menor, grosor de corteza de ambas caras y longitud, siendo esta última predefinida en trozas de 4" (127 cm); estos valores sirvieron para estimar área de corteza y volumen del material molido, este se sorteó aleatoriamente para la selección de las trozas testigo y las que recibirían el tratamiento, figura 12.



Figura 14.- Medición del grosor de corteza de la trocería plagada por descortezador.

Usando las siguientes formulas, se obtuvo las variables de cálculo a utilizar:

∴ Donde

$P = \text{Perímetro}$

$R = \text{radio}$

$D = \text{Diámetro}$

$D_{prom} = \text{Diámetro Promedio}$

$D_{mayor} = \text{Diámetro Mayor}$

$D_{menor} = \text{Diámetro menor}$

$L = \text{Longitud de la troza}$

$A_c = \text{Área de un cilindro (de corteza)}$

$V = \text{Volumen de la troza}$

$$D = \frac{P}{\pi}$$

$$D_{prom} = \frac{D_{mayor}}{D_{menor}}$$

$$A_c = D_{prom} * \pi * L$$

$$V = \pi * r^2 * L$$

4.1.2 Astilladora.

Se utilizó una astilladora marca Bandit Modelo 150XP, con un motor diésel Caterpillar C2.2, con 49.4 HP con un embrague de disco doble, y un tanque de plástico de 29 galones (109.77 litros) con un poder de 31-49.3 kW (41.6-66.1 bhp) @ 2200-3000 rpm con un desplazamiento de 2.216 L, y una relación de compresión de 23.3:1, motor con inyección

directa y un sistema de lubricación de 10.6 L dentro de la regulación de emisiones Tier 4i (990-RC1062-643), (Caterpillar 2014). Equipo con una boca de alimentación de 12" (30.48 cm), una longitud de tabla de alimentación de 66" (167.64 cm), una distancia desde el rodillo de alimentación a tierra de 88" (223.52 cm) con una tasa de alimentación de 90 FPM (27.432 MPM) con un dos rodillos de alimentación de 7 ½" (19.05 cm) de diámetro x 16 3/8" (42.545 cm) de ancho. Con un disco de corte de 40" (1.016 m) y 4 navajas de ½" (1.27 cm) de espesor por 4 ½" (11.43 cm) de ancho y 7 ¼" (18.415 cm) de largo de cuchillas de borde, una altura del canal de descarga (tolva) de 8' 2" (2.4892 m), con una rotación de tolva de 360° con un deflector ajustable de 12"; montado en un remolque tipo Torflex EZ lube y con una capacidad de suspensión de 7,000 libras (3,175.146 kg).



Figura 15.- Astilladora Marca Bandit modelo 150

4.1.3 Selección del sitio

Se seleccionó un terreno casi plano, con adecuadas facilidades de accesibilidad para vehículos y con cercanía al arbolado plagado. La astilladora se instaló cercana a los árboles infestados. Para el material molido se colocó un plástico de poliuretano que recibiera el material expulsado por la máquina, figura 16.



Figura 16. Preparación del sitio para el uso de la astilladora

4.1.4 Desarrollo del Astillado

Para el control del descortezador se procedió con el uso de la astilladora, el cual se activó con el proceso preestablecido en el equipo, para posteriormente introducir las trozas infestadas por los insectos descortezadores; de modo que el mecanismo del equipo

cortara el material al tamaño que definiera la condición de las cuchillas de corte, y con ello lograr la molienda del material y los insectos.



Figura 17.- Troza infestada en el proceso de astillado

4.1.5 Evaluación del tratamiento

Por medio de la medición de los diámetros y longitudes de las puntas y ramas se calculó la superficie de corteza en cm^2 , para posteriormente poder comparar estos valores con unidades del mismo tamaño obtenidas de trozas testigo, que no se molieron; se decidió utilizar un tamaño de muestra de corteza equivalente a 200 cm^2 , del cual se extrajeron todos los insectos bajo la corteza.

Para evaluar la efectividad del tratamiento se consideran como variable respuesta el número de insectos vivos presentes en la troza molida comparado con los de la troza testigo.



Figura 18. Revisión del material molido para detectar y contar individuos sobrevivientes de insectos descortezadores.



Figura 19. Revisión del material molido para detectar sobrevivientes



Figura 20. Adultos de *Ips lecontei*, dañados por el proceso de molienda



Figura 21. Restos de insectos lesionados por el proceso de molienda, los insectos estuvieron muertos.

4.1.6 Revisión del material

Siguiendo con la revisión de los insectos descortezadores, los frascos de colecta, con descortezador, así como con otras especies asociadas, se trasladaron al Laboratorio de Entomología Forestal de la División de Ciencias Forestales en la Universidad Autónoma Chapingo para su revisión en base a las claves de identificación de insectos descortezadores, para el género *Dendroctonus* contenidas en: Cibrián *et al* 1995 y para una *Ips* se trabajó con la clave de Cibrián *et al* 1995 modificada por Camacho 2012, para tener mayor precisión. En el caso de los asociados se trabajó con la información de Goyer *et al* 1974 y Coulson *et al* 2011.

4.2 Resultados y discusión

4.2.1 Separación del material

De los cinco árboles se molieron 10 trozas con la astilladora Bandit 150, y del material que resultó de la molienda se revisó y registró la presencia de insectos descortezadores, posteriormente se separó el material, para lo que se utilizaron dos tamices, uno de $\frac{1}{2}$ pulgada (1.27 cm) de luz entre cada cuadro, que sirvió para separar el material grande del resto; después fue pasado por otro tamiz de 0.2 pulgadas (5 mm) de luz entre cuadro y cuadro, lo que permitió separar el material medio del fino, este último casi polvo. Lo que resultó en un tamaño promedio de partícula para el primer tamiz (grueso) de 3.73 x 1.75 x 0.4 mm de tamaño promedio y para el segundo tamiz se presentó un tamaño de partícula promedio de 15 x 10 x 1 mm.



Figura 22. Tamizado del material para separar tamaños de partículas.



Figura 23. Otro aspecto del tamizado de material molido, note que este material grueso puede ser comercializado.

El material más abundante fue el grueso con el 62% de la proporción del material con un peso promedio de 4.28 kg, seguido por el material medio con el 34% y un peso promedio de 2.32 kg y el material fino con el 4% del material descortezado y un peso promedio de 0.28 kg, como se observa en el cuadro 13.

Cuadro 13.- Peso Promedio, rangos y porcentaje de material molido para trozas de 4" de largo tratadas con la astilladora

CATEGORIA	Peso Promedio (Kg)	% Promedio
Grueso	4.28 ± 0.89	62%
Medio	2.32 ± 0.22	34%
Fino	0.28 ± 0.03	4%
TOTAL	6.85	100%

Las trozas se trabajaron en distintas categorías de diámetro siendo las categorías de: inferiores a 20 cm (delgada) y superiores a este valor (gruesa), en las que se observa que

en los valores de material grueso es mayor el porcentaje de material grueso (madera) que es procesado por el equipo.

4.2.2 Testigo en trocería

En el caso de la trocería testigo se midieron variables dasométricas como: diámetro mayor y menor, grosor de corteza y longitud; se les extrajeron de forma manual todos los descortezadores *Dendroctonus mexicanus* e *Ips lecontei*, así como larvas y pupas de estos presentes en ella, con los valores agrupados por la trocería delgada que es inferior a 20 cm en el cuadro 14 y la gruesa en el cuadro 15.

Cuadro 14.- Proporción de descortezadores *Ips lecontei* por troza delgada testigo con su diámetro promedio, área en m², número de unidades muestrales de 200 cm². Rancho Santa Bárbara, Durango.

ARB	Ø prom	Área (m ²)	UM	<i>Ips lecontei</i>	Media de <i>I. lecontei</i> /UM
1	13.7	0.4773	24	222	9.3
2	6.5	0.2532	13	12	0.9
3	3.1	0.0828	4	85	20.5
4	8.0	0.3368	17	77	4.6
5	9.0	0.4443	22	280	12.6
TOTAL			80	676	8.5

Para las trozas testigo gruesas se tomó una parte de la base de la punta y de ésta se tomaron un mínimo de 4 unidades muestrales por ser menor la longitud de la punta, a las que se les midieron variables dasométricas.

Cuadro 15.- Proporción de descortezadores *Ips lecontei* en punta testigo con su diámetro promedio, área en m², número de Unidades Muestrales de 200 cm². en el Rancho Santa Bárbara, Durango.

ARB	Ø prom	Área (m ²)	UM	<i>Ips</i> <i>lecontei</i>	Media de <i>I.</i> <i>lecontei</i> /UM
1	15	0.1000	5	38	7.6
2	15	0.1600	8	7	0.9
3	15	0.0800	4	138	34.5
4	15	0.0800	4	70	17.5
5	15	0.0800	4	73	18.3
TOTAL			25	326	13.0



Figura 24.- Extracción de insectos en trocería testigo



Figura 25.- Revisión de la corteza en busca de descortezadores en trocería testigo.

4.2.3 Análisis estadístico

Los cálculos de las pruebas estadísticas se realizaron con el paquete IBM SPSS Statistics versión 21.0.0.0. Se prosiguió a la evaluación en base a la metodología definida que incluía la selección de cinco árboles plagados por descortezadores, se astilló el material correspondiente a la punta (a partir de diámetro inferior a 6" o 15 cm) y las 10 ramas de los mismos árboles con presencia de ataques de descortezador, que posteriormente fueron trituradas por el equipo. Se procedió de igual manera para la muestra testigo.

Los datos fueron comparados en busca de diferencias estadísticas entre los grupos. Las estadísticas descriptivas se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16.- Media y error estándar del grupo testigo y del grupo tratado con la Astilladora

Grupo	N	Media/insectos vivos por UM de 200 cm ²	Error estándar
Testigo	10	12.67	3.28
Astilladora	10	0.004	0.003

Para determinar las diferencias entre los grupos se realizó una prueba t para muestras independientes. Los resultados de la prueba t ($t = -3.85$, g.l.=18, $p\text{-valor}=0.001$) muestran que existe evidencia estadística suficiente para afirmar que los grupos provienen de poblaciones con medias diferentes.

Los resultados anteriores indican que es posible realizar el control del descortezador de pino mediante el uso de un astilladora con las características antes descritas. Es importante considerar las limitantes de tamaño del equipo tanto para su traslado como para su efectivo funcionamiento.

4.2.4 Descortezadores presentes en la zona de estudio

En el sitio de trabajo se utilizaron árboles de *Pinus cooperi* y *P. engelmannii*, infestados por *Dendroctonus mexicanus* con el 5%, pero en mayor proporción con *Ips lecontei* con el 94% y una pequeña población de *Pseudips mexicanus*, para constatar la identidad de *Dendroctonus* se hicieron extracciones de genitalias de macho.

4.2.5 Consumo de combustible

Se calculó el consumo de combustible de la astilladora con una lectura al inicio de la prueba y una después de moler todo el material seleccionado para tratamiento, lecturas intermedias de tiempo tomadas de videos de cada molienda, todo esto para obtener el consumo medio de combustible por troza y tener el valor por metro cúbico, así como de tiempo.

Durante el ensayo se molieron 11 trozas, (una de prueba, cinco delgadas y cinco gruesas) con un consumo total de 3.0161 litros de diésel durante 363 segundos (6 minutos 3

segundos), durante el ensayo se encendía la astilladora por cada troza tratada representando un consumo de combustible de 2.19 litros y un tiempo empleado de 264 segundos (4 minutos 24 segundos) con un promedio de 24 segundos para tener a punto de molienda el equipo; Empleando de manera efectiva 99 segundos (1 minutos 29 segundos) y un total de 0.8226 litros para 0.448 m³ de volumen trabajado, dando un consumo efectivo de combustible de 1.84 litros de diésel por metro cúbico.

Cuadro 17.- Valores de gasto de diésel en la trocería tratada con la astilladora en el P.P. Rancho Santa Bárbara.

Troza	Árbol	Sección	Categoría	Dprom (cm)	Volumen (m ³)	Longitud (m)
1	1	0	delgado	11.625	0.0135	1.27
7	2	1	delgado	14.575	0.0212	1.27
11	3	1	delgado	18.25	0.0332	1.27
14	4	2	delgado	16	0.0255	1.27
16	4	4	delgado	14	0.0196	1.27
3	1	2	grueso	22.75	0.0516	1.27
6	1	5	grueso	22	0.0483	1.27
8	2	2	grueso	25.875	0.0668	1.27
12	3	3	grueso	24.75	0.0611	1.27
13	4	1	grueso	21.5	0.0461	1.27
18	5	5	grueso	24.75	0.0611	1.27
					0.4480	

Con casi 9 trozas de 4" de largo y un promedio de 0.113 m³ por troza, más 5 segundos de movimiento de alimentación entre troza, dando 11 segundos por troza, resultan en 99 segundos (1 minuto 29 segundos) para moler un metro cúbico de trocería plagada menor a 20 cm de diámetro, en operación continua con la máquina antes descrita.

De igual manera con casi 3 trozas de 4" de largo y un promedio de 0.335 m³ por troza, más 7 segundos de movimiento de alimentación entre troza, dando 18 segundos por troza, resultan en 54 segundos para moler un metro cúbico de trocería plagada con diámetro mayor a 20 cm, en operación continua con la máquina antes descrita.

De tal forma que en un jornal de seis horas efectivas de operación se estima un máximo de 218 m³ molidos de trocería plagada por descortezador con la máquina antes descrita.

4.2.6 Costos

Dentro de los costos de saneamiento se calcularon costos en base a los datos de saneamiento de 10 ejidos y 6 predios particulares, los cuales nos arrojaron una diferencia de precios entre los diferentes productos que resultan del saneamiento, siendo los primarios, secundarios y celulósicos, siendo estos valores mostrados en el cuadro 18, en donde se describen los diferentes conceptos a los que es sometido el costo de saneamiento, de forma que se muestra la astilladora contra el material secundario, puesto que el material primario posé mayor valor al ser comercializado que la astilla.

Cuadro 18.- Comparación de costos de secundario de manera tradicional contra el uso de la descortezadora mecánica y la diferencia a la derecha.

CONCEPTO	ASTILLADORA	SECUNDARIO	diferencia astilladora vs secundario	CELULÓSICOS	diferencia astilladora vs celulósicos
Derribo, troceo y limpia	\$66.33	\$92.50	-\$26.17	\$66.33	\$-
Junta y carga	\$4.29	\$4.29	\$-	\$-	\$4.29
Flete de embarque	\$70.00	\$73.44	-\$3.44	\$70.00	\$-
Documentador	\$5.93	\$8.13	-\$2.20	\$5.93	\$-
Montero	\$7.27	\$9.38	-\$2.11	\$7.27	\$-
Autoridades	\$4.33	\$15.00	-\$10.67	\$4.33	\$-
Descortezado y fumigación	\$-	\$85.00	-\$85.00	\$54.67	-\$54.67
Insecticida	\$-	\$15.00	-\$15.00	\$15.00	-\$15.00
Molido	\$26.07	\$-	\$26.07	\$-	\$26.07
Carga a destino	\$16.67	\$19.69	-\$3.02	\$16.67	\$-
Servicios Técnicos	\$12.17	\$16.47	-\$4.30	\$12.17	\$-
Costo de saneamiento	\$213.06	\$338.90	-\$125.84	\$252.37	-\$39.31
Precio de venta del producto	\$450.00	\$450.00	\$-	\$213.33	\$236.67
Utilidad neta	\$236.94	\$111.10	\$125.84	-\$39.03	\$275.97

4.3 Conclusiones

La astilladora es un equipo apropiado para el control de insectos descortezadores de pino del género *Dendroctonus* e *Ips*, principalmente del género *Ips*.

En el Rancho Santa Bárbara, del municipio de Durango, Dgo. Se registró la presencia de *Ips lecontei* con el 95% y de *Dendroctonus mexicanus* con el 4% y la presencia de *Pseudips mexicanus*.

Se observa que el consumo de combustible efectivo por metro cúbico es de 1.84 litros de Diésel, en molienda continua.

El tiempo promedio para descortezar un metro cúbico con diámetro menor a 20 cm y 4" de largo son 6 segundos. Por lo que en promedio se requieren de 99 segundos (1 minuto 29 segundos), para moler un metro cúbico, en operación continua con la maquina antes descrita.

El tiempo promedio para descortezar una troza con diámetro mayor a 20 cm y 4" de largo son 10.8 segundos. De forma que en promedio se requieren 54 segundos para moler un metro cúbico de trocería plagada con diámetro mayor a 20 cm, en operación continua, con la maquina antes descrita.

De tal forma que en un jornal de seis horas efectivas de operación se estiman 218 m³ molidos de trocería plagada por descortezador con la máquina antes descrita.

El tiempo promedio para descortezar un metro cubico manualmente asciende aproximadamente a 18 minutos, contra un minuto y 29 segundos empleados por la astilladora, lo que permite incrementar la velocidad de saneamiento más de 10 veces que el proceso manual.

El uso de la astilladora logra matar más del 99% de insectos descortezadores lo que permite un combate eficiente de la plaga; en contraste con los métodos actualmente vigentes, según la NOM-019-SEMARNAT-2006.

El costo promedio de sanear un metro cúbico de pino plagado con la astilladora es \$213.06 con una ganancia extra en el caso de secundarios de \$125.84 y para los celulósicos una diferencia de utilidad de \$275.97.

5 BIBLIOGRAFIA

Camacho Pantoja Abraham, El género *Ips* (Coleóptera: Curculionidae: Scolytinae) en México. Tesis de Doctorado: Colegio de Postgraduados; Campus Montecillo, Texcoco, Edo. de México, México. 73p. 2012

Caterpillar 2014 http://www.cat.com/en_ZA/power-systems/industrial-oem/industrial-diesel-engines-lesser-regulated-non-regulated/18391931.html

Cibrián T. D. S.A. Quiñonez F., J.A. Olivo M. 2014 Insectos descortezadores del estado de Chihuahua, Universidad Autónoma Chapingo, Rain Forest Alliance, Texcoco, Edo. De Méx. pag.112.

Cibrián TD., J.T. Méndez M., R. Campos B. H.O. Yates III y J. Flores L. Insectos forestales de México, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo , México, Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, México; Forest Service, United States Department of Agriculture, USA; North American Forestry Comition, FAO. 453p. 1995

Coulson R. N.; K. D. Klepzig 2011 ,The Southern Pine Beetle, United States Departament of Agriculture, Forest Service, Southern Research Station, Report SRS-140., 522 p.

Diario Oficial de la Federación 2008 NOM-019-SEMANRNAT-2006. Que establece los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores.

Diario Oficial de la Federación 2009 NOM-015-SEMANRNAT/SAGARPA-2007 Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario.

Goyer R.A., G.J. Lenhard, T.E. Nebeker y L.D. Jarrard. 1974 How to Identify Common Insect Associates of the Southern Pine Beetle United States Department of Agriculture, Combined Forest Pest Research and Development Program, Agriculture Handbook No. 563, p. 1-34.

Palacio, P.J.L., G. Bocco, A. Velázquez, J. Mas, F. Takaki T., A. Victoria, L. Luna G., G. Gómez R., J. López G., M.Palma M., I. Trejo V., A. Peralta H., J. Prado M., A. Rodríguez A. R. Mayorga S., F. González M. La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000, Nota técnica, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM. 43:183-203, 2000

6 ANEXOS

6.1 *Dendroctonus mexicanus* Hopkins, 1905

Hospedantes: De acuerdo con Cibrián *et al.* (1995) y Salinas *et al.* (2010) se acepta que es el descortezador con más especies de pino atacadas; se le registra de: *Pinus ayacahuite*, *P. arizonica*, *P. cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. douglasiana*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. gregii*, *P. hartwegii*, *P. herrerae*, *P. lawsonii*, *P. leiophylla*, *P. maximinoi*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. pinceana*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis* y *P. teocote*.

Distribución geográfica: Es el descortezador más ampliamente distribuido en México, se le registra de: Aguascalientes, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas, Tlaxcala, Veracruz, Zacatecas.

Distribución altitudinal: El rango altitudinal preferente va de 2000 a 2500 msnm, común hasta los 2800 msnm; Ortega (2009), reporta la captura de *D. mexicanus* en trampas cebadas con frontalina a una altitud de 3125 msnm en Perote Ver., conviviendo con *D. adjunctus*. Salinas *et al.* 2010 mencionan extremos de distribución altitudinal de 800 y 3680 msnm, pero es posible que sea raro en esos extremos.

Descripción: Los adultos varían en tamaño de 2.3 a 4.5 mm de longitud, con promedio de 3.3 mm. La coloración es café oscura, casi negra y brillante; en *D. vitei* la coloración del cuerpo es aún más negra, especialmente bajo luz brillante y es una diferencia importante entre las dos especies, pero se requiere tener adultos maduros de ambas especies para hacer las comparaciones. La frente de la cabeza es convexa, con dos elevaciones separadas por un surco que baja por la parte media de la cabeza. En la parte media de estas elevaciones se encuentran tubérculos frontales, evidentes en los machos y poco o nada desarrollados en las hembras. Cada uno de los élitros presenta nueve estrías con puntuaciones bien marcadas, aunque poco profundas; en las interestrías existen pequeñas granulaciones elevadas que portan setas. El declive elitral es convexo, con las estrías fuertemente marcadas, las setas de las interestrías 1-3 del declive elitral son de más de dos tamaños y son moderadamente abundantes; las setas sirven para diferenciar a esta especie de *D. frontalis*, la cual tiene solo setas de dos tamaños en las mismas interestrías; pero es posible que este carácter no sea útil para separarla de *Dendroctonus vitei*; aunque esta última especie vive en el sur de México y no le ha encontrado en Chihuahua. Las puntuaciones de las estrías están claramente definidas y separadas. Los caracteres mencionados son de utilidad relativa, para lograr la identificación precisa se requiere observar y comparar la varilla seminal de los machos. En *D. mexicanus* se separa de *D. vitei* mediante la revisión de la varilla seminal de los machos. En *D. mexicanus* el margen posterior del lóbulo de la varilla seminal es cóncavo, con los procesos ventral y

dorsal agudos y casi del mismo tamaño; en cambio, en *D. vitei* el proceso dorsal excede la longitud del proceso ventral por más de 1.25 veces. En la figura se muestra la varilla seminal de esta especie y se compara con la de *D. frontalis* y *D. vitei*.



Figura 26. Adulto de *Dendroctonus mexicanus*. Note el declive elitral con setas de más de dos tamaños.



Figura 27. Adultos de *Dendroctonus mexicanus*. Arriba, macho. Abajo, hembra. La diferencia entre ambos está en la frente de la cabeza, los machos tienen tubérculos frontales, los cuales están muy poco desarrollados en las hembras.

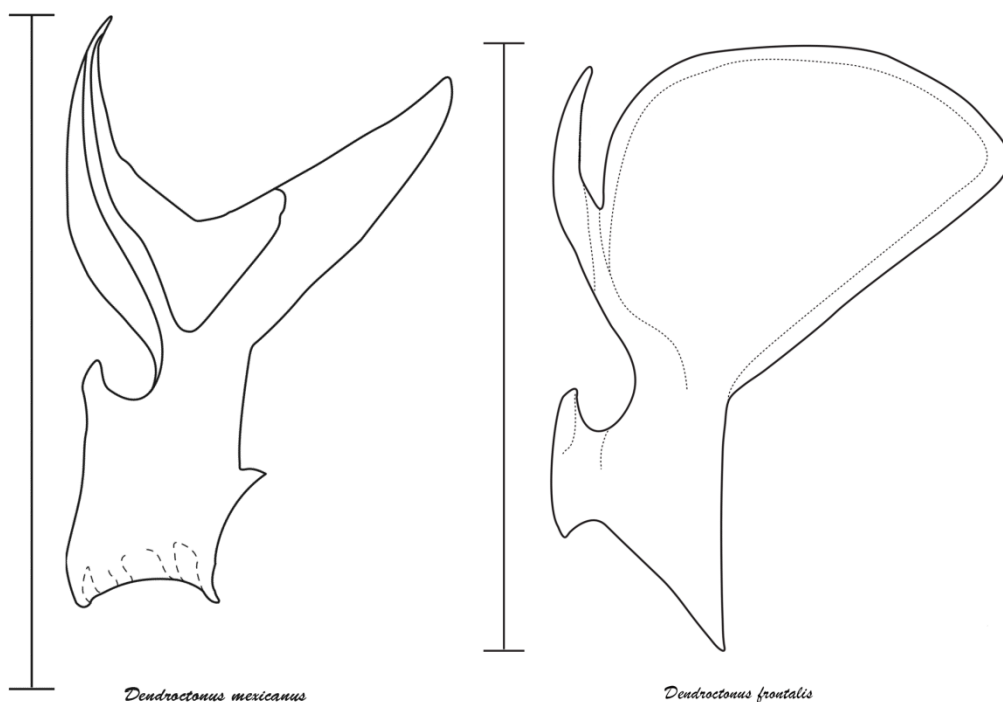


Figura 28. Comparación de varilla seminal entre *Dendroctonus mexicanus* y *D. frontalis*; ambas vistas están igualmente alineadas, el margen dorsal se muestra a la derecha, mientras que el ventral está a la izquierda; la parte distal de la varilla apunta hacia arriba.

El huevecillo es ovalado, algo elíptico, de consistencia suave y lisa, blanco-aperlado al principio y más cremoso al madurar, mide 1 mm de longitud.

La larva presenta la cabeza bien esclerosada, con un aparato bucal fuerte, de tipo masticador; su cuerpo es cilíndrico, ápodo, de color blanco cremoso con setas pequeñas casi no visibles. Los insectos pasan por cuatro instares larvarios.

Las pupas son de tipo exarada, de color blanco cremoso en un principio para después pasar a café claro y luego a café más oscuro.

Ciclo Biológico: *Dendroctonus mexicanus* presenta varias generaciones por año. El tiempo de generación (de huevo a huevo) varía fuertemente de acuerdo a la temperatura y condiciones de desarrollo, desde 42 hasta 125 días siendo el promedio de 90 días, por lo que puede haber de 3 a 6 generaciones por año; los huevecillos permanecen en los nichos de oviposición de 5 a 19 días; el estado larval requiere de 30 a 55 días para su desarrollo completo.

La variación en el número de ciclos por año depende de la altitud; en el oriente del estado de México, Mpio de Atlautla, México; García Martínez (1992) estudió el ciclo biológico de este insecto, lo hizo en *Pinus leiophylla* a una altitud de 2350 msnm; este autor verificó que del 20 de febrero de 1983 al 8 de abril de 1984 (aproximadamente 57 semanas) transcurrieron cuatro generaciones sucesivas; en este periodo hubo estados de desarrollo sobrepuestos. En el cuadro 19 se muestra la duración del ciclo en los meses que transcurrió el estudio.

Cuadro 19. Ciclos biológicos consecutivos de *Dendroctonus mexicanus* en *Pinus leiophylla*, San Miguel Atlautla, estado de México a 2350 msnm. Datos promedio por unidad de muestreo de 10 x 10 cm de corteza, de 15 árboles en cada periodo, de cada uno se tomaron tres muestras semanales durante el periodo indicado.

Generación	Días	Ataques	Nichos de oviposición	Preimagos y nuevos adultos
1) 20 de feb a 13 de mayo de 1983	83	1.00	34.8	1.9
2) 22 de mayo a 28 de agosto de 1983	99	1.02	62.7	1.8
3) 27 de agosto a 10 de diciembre de 1983	106	1.12	58.4	5.8
4) 11 de diciembre de 1983 a 8 de abril de 1984	120	1.11	43.5	3.0
Promedio	102			

De este cuadro se destaca que la tercera generación fue la más productiva en cuanto número de insectos emergentes; aunque el número de nichos de oviposición fue mayor por muestra de la segunda generación. Este incremento en la producción de insectos se reflejó en la infestación que ocurrió en 1984, la cual afectó más de 68,000 m³ de madera de árboles vivos en la región de estudio. García Martínez 1992.

Las variaciones al ciclo biológico anterior son aportadas por varios estudios; en el cuadro 20 se muestran estas variaciones.

Cuadro 20. Variaciones en el ciclo biológico de *Dendroctonus mexicanus*. Todos los estudios se hicieron en *Pinus leiophylla* en el centro de México.

Duración del ciclo (días)	Localidad	Hospedante	Autor
100, 110, 75, 78, 103	Laboratorio, Distrito Federal	<i>Pinus leiophylla</i>	Islas Salas, 1980
45 (en los meses de julio a septiembre)	Estado de México	<i>Pinus leiophylla</i>	Moreno Noriega, 1954
79.9	Tlalmanalco, Estado de México	<i>Pinus leiophylla</i>	Perry 1951
81-125 a 15 °C 53-107 a 26 °C	Chapingo, Estado de México	<i>Pinus leiophylla</i>	Rose 1966

Proceso de ataque y asociaciones con otros organismos. Se presentan los siguientes eventos. Inicialmente las hembras son las que seleccionan a sus hospedantes, en los cuales practican orificios entre las placas de corteza hasta llegar al floema; si el árbol es vigoroso, las puede rechazar o incluso ahogar en la resina que expulsa, como consecuencia de la horadación; si por el contrario no hay una defensa apropiada por parte del árbol, entonces dichas hembras, después de alimentarse, inician la emisión de feromonas de agregación, que atraerán a machos y hembras al árbol escogido. Una vez que las hembras lograron penetrar al floema, llegan a la zona de cambium e inician su alimentación; ellas liberan esporas de hongos manchadores del grupo de los Ophiostomatales; en esta especie de descortezador, este grupo de hongos fue recientemente estudiado por Revilla González (2013), en *Pinus leiophylla* de Michoacán, la autora encontró los hongos *Ophiostoma nigrocarpum*, una especie similar a *O. ips*, una especie similar a *O. conicola*, *Graphilbum rectangulosporium*, *Leptographium terebrantis*, tres especies de *Hyalorhinochlamydia*, una especie de *Sporothrix*, y dos especies de *Leptographium* sin identificar. Las especies con mayor frecuencia de ocurrencia fueron *O. nigrocarpum* y *L. terebrantis*. Los hongos recién introducidos germinan de inmediato, sus hifas se desarrollan con rapidez y colonizan el interior de la albura de la madera y el floema; como consecuencia se tiene un bloqueo en la conducción de agua y aceleración de la muerte del árbol; su acción permite mejores condiciones de vida a los insectos, tanto adultos como estados juveniles.

Al arribar los machos y alcanzar a las hembras en el interior de las galerías, se produce la cópula y un poco después la hembra inicia la oviposición; para ello avanza entre el cambium y el floema, ya sea hacia arriba o hacia abajo del fuste del árbol. En una de las

paredes laterales del floema del sitio más avanzado de su galería hace una muesca o nicho, en el que deposita un huevecillo, que después tapa con fragmentos del floema. El macho sigue a la hembra y junto con ella mantiene libre de residuos y excrementos una distancia de varios centímetros de longitud que permite el libre tránsito de ambos sexos. Todo el material residual es compactado y empujado hacia las partes más viejas de la galería. A lo largo de dicha galería y conforme se va excavando se practican cavidades en el floema, que permiten a los insectos dar vuelta dentro del túnel; algunas de estas cavidades se continúan hasta llegar a la superficie y sirven como orificios de ventilación. A medida que la galería es más larga se hace más evidente su forma sinuosa, con los nichos de oviposición en las paredes de la misma, casi siempre dispuestos en forma alternada. La galería puede llegar a medir hasta 1.2 m de longitud. Una parte de la población de hembras fertilizadas puede salir del árbol infestado, volar hacia nuevos árboles, infestarlos exitosamente y continuar la oviposición en ellos, son denominadas hembras reemergentes, las cuales, para salir de su galería practican orificios que miden alrededor de 1 mm de diámetro a través del floema y de las placas de corteza. Al nacer, las larvas jóvenes se desplazan por túneles que ellas mismas practican. En un principio estos túneles están ubicados en el floema que está en contacto con el cambium. Al pasar al segundo o tercer ínstar, las larvas se desplazan más por la parte interna del floema y es este tejido su única fuente de alimento. A partir del cuarto ínstar el desplazamiento de los individuos está marcadamente dirigido hacia la corteza externa, en donde excavan una cavidad oval para pasar al estado de pupa. La mayor parte de la vida juvenil de *D. mexicanus* transcurre en el interior del floema y de la corteza externa, lo que implica que al descortezar un árbol infestado no se observan los insectos, los cuales son evidentes sólo si se descubre el interior del floema. El estado de pupa se encuentra en las cavidades mencionadas, llamadas también cámaras de pupación. En el mismo lugar y después de transcurrir un tiempo que puede variar de 10 a 14 días, las pupas se transforman en adultos, que en un principio son de color café claro y conforme pasan los días se tornan más oscuros; a estos adultos se les llama preimagos, que significa que todavía requieren de un tiempo de maduración en el interior del árbol, este tiempo varía de 10 a 13 días. Los adultos que están en condiciones de salir pueden hacerlo, o esperar condiciones climáticas favorables para volar en busca de otros hospedantes.

Semioquímicos. Esta especie aún requiere de estudios que determinen los compuestos que conforman la mezcla específica que permite la comunicación química de atracción y rechazo; actualmente varios investigadores utilizan la mezcla diseñada para *Dendroctonus frontalis*, sus resultados aparentemente son apropiados, pero es obvio que en el futuro se requiere el estudio específico. De los ensayos realizados con feromonas destaca el desarrollado por Plascencia et al 2007 en Michoacán, Municipio de Tingambato, quienes entre julio de 2005 y diciembre de 2006, hicieron un estudio de fluctuación de poblaciones de *Dendroctonus mexicanus* con trampas tipo Lindgren y cebo para *D. frontalis*, la captura de adultos fue continua, con variaciones en la presencia de temperatura y escasa precipitación; en la figura 3 se muestra este comportamiento, son datos de capturas totales de 10 trampas de 12 embudos. Se destaca el aumento en la

captura en los meses de marzo y abril de 2006, las trampas en este sitio estuvieron instaladas hasta que todos los árboles del manchón fueron muertos y abandonados.

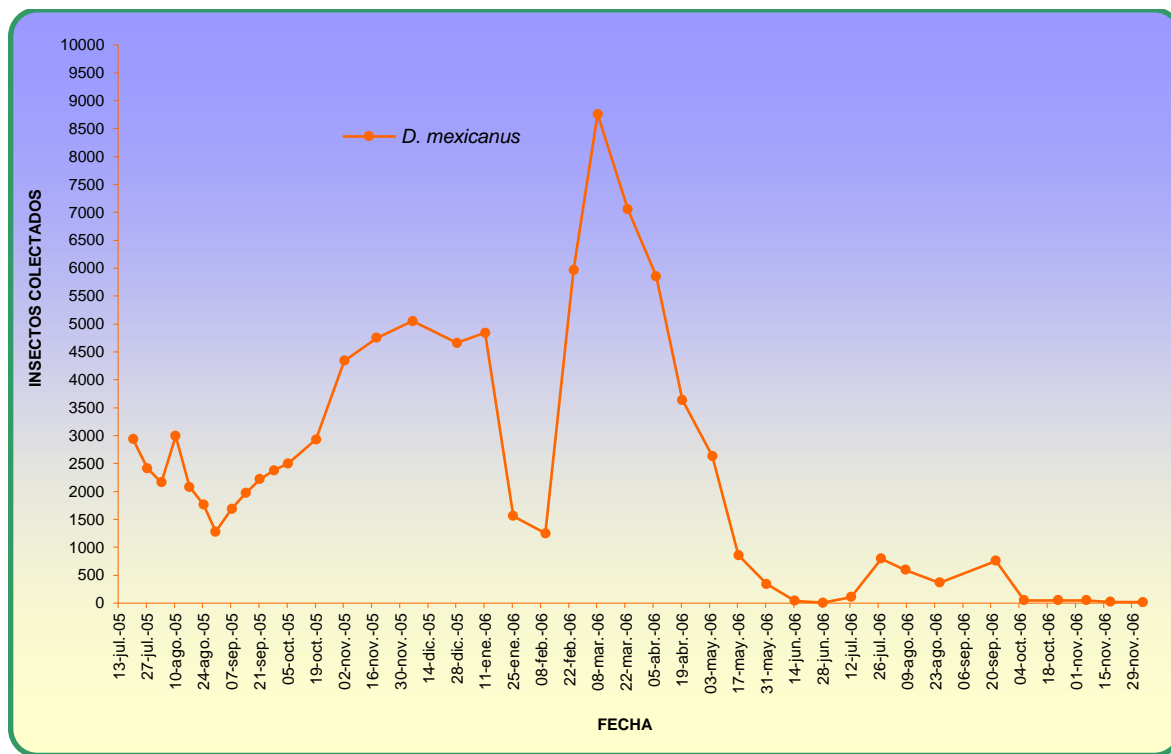


Figura 29. Fluctuación en la captura de adultos de *Dendroctonus mexicanus* en un conjunto de trampas cebadas con atrayente para *D. frontalis*. Loc. Tingambato, Michoacán. 2350-2400 msnm. La captura se prolongó hasta que por causas naturales el manchón se extinguió. Datos de captura total en 10 trampas Lindgren de 12 embudos.

Sánchez et al., (2005) llevaron a cabo en la Sierra Fría, al noreste del estado de Aguascalientes, un monitoreo de *D. mexicanus* para evaluar el efecto de Frontalina, Brevicomina y Alfa-Pineno para el monitoreo de este descortezador y determinar su fluctuación poblacional. Se evaluaron Frontalina + Alfa-Pineno, Brevicomina y trampa sin feromona. En principio se capturaron más descortezadores con Frontalina + Alfa-Pineno que con Brevicomina, pero más tarde las capturas fueron similares en las trampas cebadas con estos dos atrayentes. Las conclusiones del estudio permiten identificar que el vuelo es continuo, con variaciones derivadas de condiciones climáticas.

Daños: La parte infestada en el fuste de árboles individuales varía de acuerdo con el tamaño del árbol. Así, en árboles de más de 40 cm de diámetro, es común encontrar las primeras infestaciones a partir de 3 m de altura y las últimas en donde inicia la copa. En cambio, en árboles de diámetro más pequeño, se pueden encontrar infestaciones desde la base del árbol hasta la punta del mismo y aún en el primer metro de las ramas de la copa. Los diámetros mínimos en que se han observado ataques son de 5 cm. A lo largo de la

longitud infestada del árbol existen variaciones en la densidad de ataque o en la supervivencia de los insectos, aunque en árboles con diámetros grandes hay mayor supervivencia de la progenie en la parte media de la infestación. En el interior de un árbol infestado es común encontrar varios estados de desarrollo, sobre todo en aquellos árboles que tienen su follaje verde amarillento o amarillento. Se sabe que las hembras pueden ovipositar durante varias semanas y que los huevecillos puestos en un principio se desarrollan y dan lugar a larvas, mientras que en las partes más nuevas de la galería sólo hay huevos.

Los árboles infestados varían en coloración de acuerdo con el tiempo que pasa desde que fueron infestados. Es de hacer notar que este es un patrón general y que de acuerdo a localidades y especies de hospedantes puede haber variaciones. Así, árboles de pino con hoja delgada y ubicados en altitudes bajas pueden mostrar cambios rápidos de coloración y en algunos casos pérdida de follaje y aún tener a la población de descortezadores en el interior. En pinos de hoja gruesa y ubicados en altitudes elevadas, los insectos pueden madurar y salir del árbol, antes de que éste tenga el follaje rojizo. En una misma localidad puede haber variaciones en la relación con el color de follaje y estado de población, debidas a la estación del año.

En un principio puede haber sólo un árbol infestado y a partir de aquí desarrollarse un manchón, es decir un grupo de árboles atacados; la población de adultos emergentes de varias generaciones hace que se incremente el número de árboles que lo componen. Como las poblaciones están sobrepuestas, el ataque a nuevos árboles se presenta de manera continua, aunque se puede reconocer que en algunas fechas el número de árboles recién infestados es mayor que en otras. Con mucha frecuencia es factible identificar uno, dos o más frentes de avance de la población de insectos, es decir, se encuentran árboles grises sin follaje en el centro o en un lado del manchón y luego en forma consecutiva se encuentran árboles con follaje café grisáceo, café rojizo, rojizo, amarillento, verde amarillento, verde claro y verde normal. El rumbo que sigue el frente aparentemente es al azar, pero con frentes definidos. El tamaño que puede alcanzar una infestación o manchón depende de la disponibilidad de árboles susceptibles, de las condiciones climáticas y de la cantidad de enemigos naturales presentes; así, los manchones pueden variar en tamaño desde 0.1 hasta 3 ha y sólo en casos excepcionales pueden cubrir superficies de hasta 10 ha. Los manchones se incrementan en tamaño durante tres o cuatro generaciones y excepcionalmente durante más tiempo, después de lo cual se colapsan en forma natural por la acción de los factores de mortalidad.

Importancia. Es de los descortezadores de mayor importancia económica. Las infestaciones en el centro de México se han documentado desde principios del siglo XX, Para algunas especies de pino, como *Pinus leiophylla* es responsable de la desaparición de extensos bosques en el centro de México; tal es el caso de los bosques que se incluyeron en la Unidad de Explotación de San Rafael en el estado de México, los archivos de esta extinta Unidad señalan que de 1971 a 1986 mató árboles en más de 65,000 hectáreas por un volumen superior a los 293,871 metros cúbicos. En Michoacán también se han tenido

mortalidades severas y últimamente en el norte de México, en Durango y Chihuahua, en donde en conjunto con *Ips lecontei* causó la muerte de cerca de 1 millón de metros cúbicos.

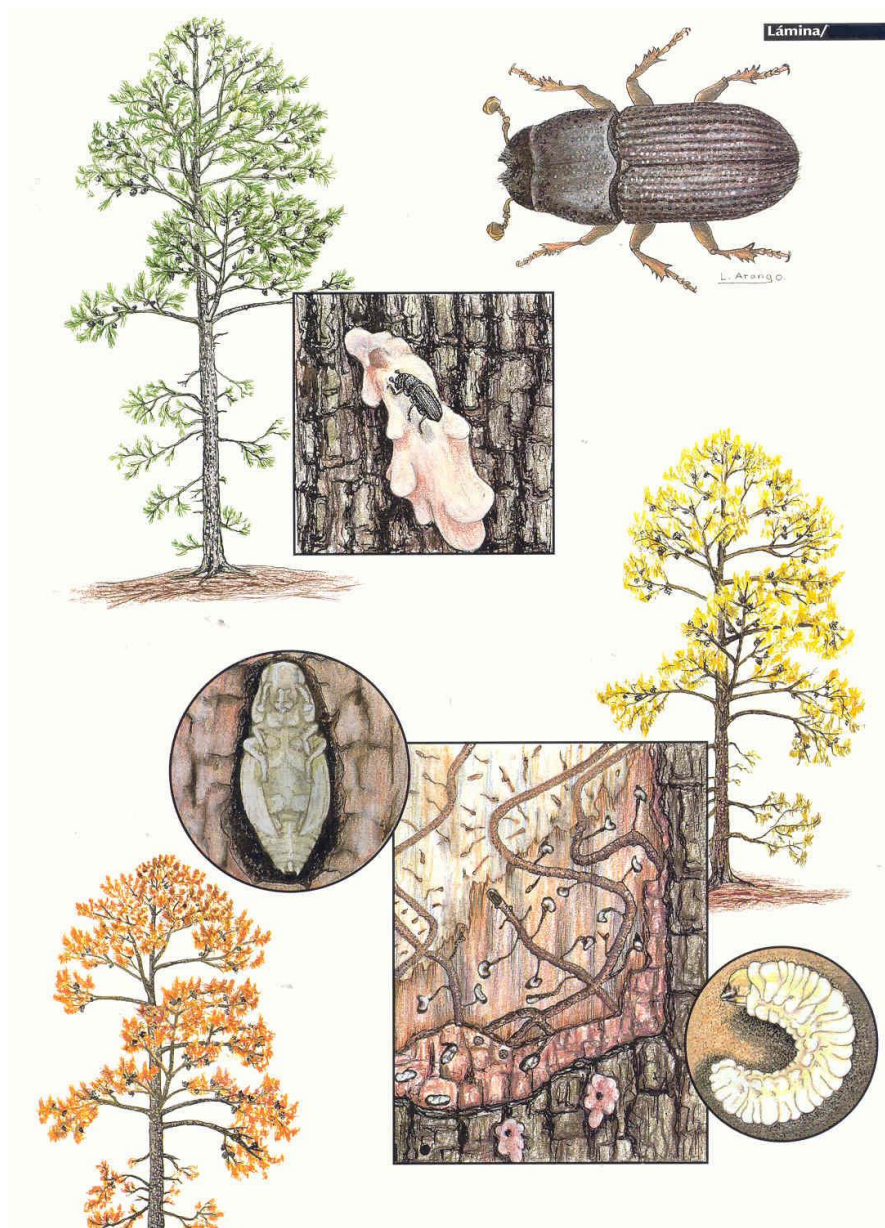


Figura 30. Ciclo biológico de *Dendroctonus mexicanus*. Los adultos atacan los árboles verdes, una pareja por grumo, hacen túneles sinuosos y ponen sus huevos en los márgenes del túnel; las larvas hacen sus propias galerías en floema y corteza externa. El ciclo se concluye en un periodo de 3 a 5 meses, dependiendo de la localidad, altitud y clima.

6.2 *Dendroctonus frontalis* Zimmerman, 1868

Hospedantes: En México, la lista incluye 14 especies de pinos: *Pinus arizonica*, *P. cembroides*, *P. devoniana*, *P. douglasina*, *P. durangensis*, *P. greggii*, *P. leiophylla*, *P. maximinoi*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. pringlei*, *P. pseudostrobus*, *P. oocarpa*, *P. tecunumanni*, *P. teocote*. (Cibrián Tovar et al. 1995, Salinas et al. 2010). En Estados Unidos ataca las especies de pinos que se encuentran en el sureste y en el suroeste del país.

Distribución: Chiapas, Chihuahua, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Michoacán, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro y San Luis Potosí.

Distribución altitudinal. Según Salinas *et al* (2010), se ubica en rangos extremos que van de 600 a 3 200 m, con un intervalo preferente entre los 1 500 y 2 000 m. Recientemente se ha encontrado causando infestaciones severas en altitudes de 2360 msnm, por lo que se acepta las infestaciones en ese rango de altitudes pueden estar mezcladas con *Dendroctonus mexicanus*.

Descripción. La longitud del cuerpo varía de 2.2 a 3.2 mm, con promedio de 2.8 mm. De color café oscuro, casi negro, aunque los preadultos son café claro. En la cabeza la frente es convexa, con dos elevaciones laterales en su porción media, justo por abajo del nivel superior de los ojos, que están separados por un surco. En la parte superior de cada elevación y en los márgenes dorsales medios del surco, se encuentran dos gránulos prominentes que algunas veces son de posición media dorsal. El pronoto presenta la superficie lisa, con puntuaciones laterales poco abundantes y poco profundas. Declive elitral con pendiente moderada; setas de las intrestriás 1 a 3 de dos clases de tamaños, las más pequeñas de la misma longitud que la anchura de una interestriá; las más grandes son escasas y de casi tres veces la longitud de las pequeñas. La varilla seminal característica, con el proceso dorsal terminado en una espina corta; mientras que la proyección ventral está transformada en un lóbulo convexo; en cambio en *D. mexicanus* el margen posterior es cóncavo, con ambas proyecciones puntiagudas y similares en tamaño.



Figura 31. Adulto de *Dendroctonus frontalis*. Arriba vista lateral. Abajo, declive elitral; solo existen dos tamaños de setas, unas son grandes y en menor número que las otras que son pequeñas y de tamaño uniforme.



Figura 32. Adulto de *Dendroctonus frontalis*. Arriba. Vista lateral de cabeza y pronoto, éste último, en su parte anterior muestra un callo pronotal evidente, en el interior existe un micangio (flecha), en donde se transportan algunos de los hongos simbiotes de mayor importancia para la supervivencia del insecto y del árbol infestado. Abajo vista dorsal.

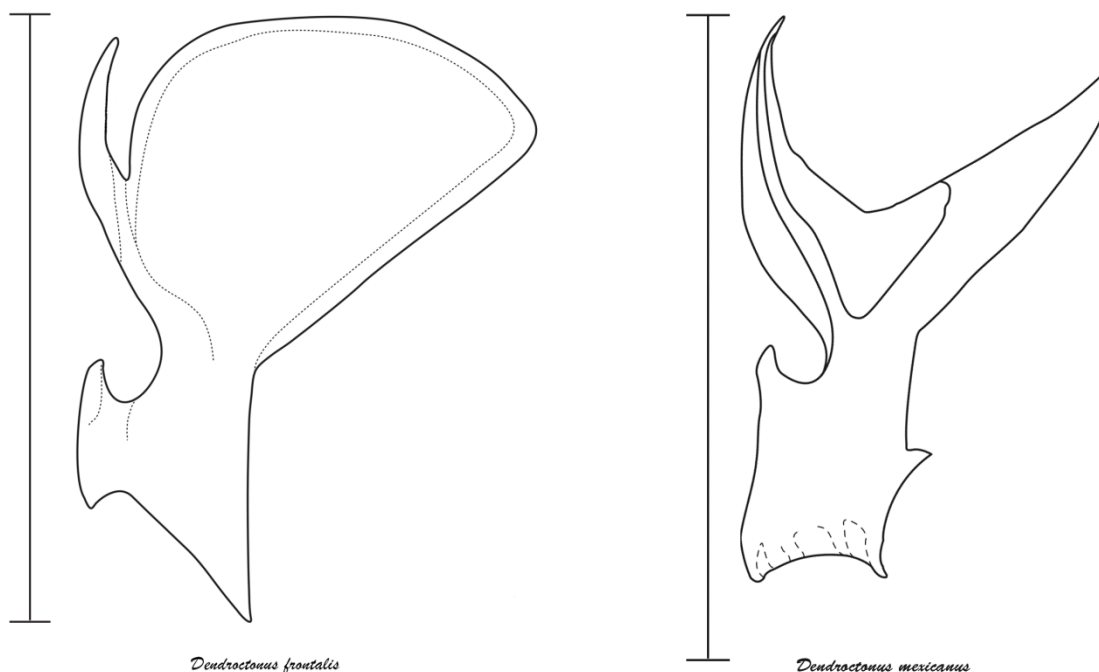


Figura 33. Varillas seminales de las especies *D. frontalis* y *D. mexicanus*. El lado izquierdo de la varilla es el dorsal, mientras que el derecho es el ventral. La longitud de referencia mide 115 µm

El huevo es ovalado, algo elíptico, de consistencia suave, de coloración blanco-perla de 1.5 mm de largo por 1 mm de ancho. La larva es subcilíndrica, ápoda, blanco-cremosa; tiene forma de C, con la cabeza esclerosada y un aparato bucal bien desarrollado. La larva madura mide 5 a 7 mm de longitud. El insecto pasa por cuatro instares larvarios. La pupa es de color blanco-cremoso y suave. Presenta la forma del adulto, pero con rudimentos alares, patas plegadas ventralmente y segmentos abdominales visibles dorsalmente. Su tamaño varía de 2.2 a 3.2 mm de longitud.

Ciclo biológico: El ciclo requiere de 43 a 70 días, aunque puede variar de acuerdo a las estaciones del año o con la altitud a la que se encuentre la infestación. El ciclo es más largo en el invierno que en el verano, presentándose de 6 a 7 generaciones al año. El ciclo de vida se inicia con la emergencia de los adultos, que vuelan de los árboles donde se desarrollaron a otros nuevos; al llegar se ubican en el fuste, perforan la corteza e inician la construcción de la galería paterna en los tejidos del floema. Al inicio de la actividad de barrenación o un poco después, las hembras adultas liberan feromonas que son atrayentes poderosos, las cuales, junto con los olores liberados por las perforaciones frescas del hospedante, estimulan a los adultos que se encuentran en el área para agregarse sobre el fuste del árbol. Por lo general el ataque se inicia en la porción media del fuste y continua en ambas direcciones, hacia arriba y hacia abajo. La duración del período de ataque varía de pocos días a excepcionalmente varias semanas. La hembra,

después de seleccionar al hospedante inicia la perforación de la corteza seguida del macho, quien le ayuda en la construcción de la galería paterna. Inmediatamente después se inicia la construcción de una cámara nupcial en el floema en donde se lleva a cabo la cópula. Cuando el flujo de resina es excesivo se construyen galerías adicionales para controlarlo. Las galerías paternas son sinuosas, con fuertes ángulos y de hecho gran parte de la galería es perpendicular al eje principal del árbol. Los machos sólo acumulan los residuos de la excavación en la parte posterior de la galería. A medida que la hembra alarga la galería, se construyen con cierta frecuencia pequeñas perforaciones de ventilación que comunican a la galería con el exterior. Al proseguir la construcción de la galería, estas perforaciones son taponadas. El número de perforaciones es variable, pero puede ser de 8 a 15 por pareja. La hembra inicia la excavación de nichos de oviposición individuales en los lados de la galería materna. Los nichos se disponen en forma alterna, con un espaciamiento de 4 hasta 20 mm, donde la hembra deposita un huevecillo por cada nicho. Los nichos son tapados con material regurgitado por la hembra. Después de 1 a 3 semanas, dependiendo de la temperatura, eclosionan los huevecillos y emergen las larvas, que construyen galerías delgadas, más o menos perpendiculares a la galería materna. Sus galerías son comparativamente menores que las maternas y varían de 5 a 20 mm de longitud. Las galerías larvales nunca se entrecruzan entre sí, sino que se desvían poco antes de encontrarse. El primero y segundo ínstar se alimentan de la región interna del floema, mientras que el tercero construye una cámara de alimentación en la misma zona. El cuarto ínstar se dirige hacia la corteza externa en donde hace una cámara de pupación. El desarrollo larval se completa en 1 a 2 meses dependiendo de la temperatura. La duración del período de pupa a adulto es de 15 a 30 días. El preadulto permanece en la cámara hasta que se presentan los procesos cuticulares de esclerosamiento y obscurecimiento. Durante este tiempo el preadulto cambia de color amarillo a café rojizo y finalmente a color negro. Cuando los adultos terminan su desarrollo en la cámara de pupación, inician la barrenación a través de la corteza externa, hasta hacer un orificio de emergencia al exterior. El proceso final del ciclo de vida es la emergencia de los nuevos adultos, que ocurre diariamente en pequeñas porciones de la población, en un período que dura de 14 a 28 días. La emergencia se presenta durante el día. La densidad de adultos emergentes varía de 2 a 42 por 100 cm² de corteza, pero se han reportado densidades hasta de 126 adultos por 100 cm² de corteza.

Este descortezador se ha estudiado a detalle en sus relaciones con hongos manchadores simbiotes; aunque los estudios se han hecho en Estados Unidos (Klepzig y Hofstetter 2010). Las especies *Ophiostoma minus*, *Ceratocystiopsis ranaculosus* y *Entomocorticium* sp. A son las principales; la primera como hongo antagonista del descortezador y de los otros dos hongos, estos últimos cumplen una función positiva con el descortezador y son los únicos que son llevados en el micangio protorácico de la hembra, es decir el macho al no poseer micangio solo los transporta sobre el cuerpo. *O. minus* es llevado en la superficie del exoesqueleto del insecto, tanto de hembras como de machos, así como por ácaros foréticos del descortezador. Estos tres hongos son de gran importancia en la supervivencia y desarrollo de los insectos y por lo tanto de los árboles infestados. *O. minus* es antagonista del insecto y puede causar su muerte si entra en contacto con larvas y

pupas, también inhibe el desarrollo de los otros dos hongos y contribuye en la muerte del árbol; en cambio, las otras dos especies se consideran patógenos débiles para el árbol pero generan ambiente nutricional propicio para los insectos, sin estos hongos las larvas tendrían un desarrollo limitado y baja supervivencia.

Daños: El daño directo que ocasiona es la muerte de los árboles; la cual ocurre en pocos días. Los insectos son capaces de matar árboles que oscilan de 5 hasta 100 cm de diámetro normal. Por su misma naturaleza de ciclo rápido se tienen infestaciones en los árboles vecinos, por lo que los manchones de arbolado plagado pueden ser muy grandes, de más de 10 ha. Los árboles más susceptibles son los dañados por incendios y resinación excesiva, así como los que se encuentran en sobredensidad, en sitios de baja productividad o aquellos de edad sobremadura. En relación con el color del follaje de la copa y los estados de desarrollo del insecto se tiene lo siguiente. Al inicio del ataque el follaje del hospedante es de color verde y permanece con esa coloración una o dos semanas; mientras tanto la población del descortezador se desarrolla en el interior de los árboles y estará constituida por los adultos padres y huevecillos. Después el follaje cambiará a verde claro o verde amarillento, fase en la que se encuentran larvas de diferentes estados de desarrollo. Cuando el follaje toma una coloración amarilla o café rojizo intenso, la población constará de larvas maduras, pupas, preadultos y adultos emergentes. Cuando el follaje tiene una coloración café grisáceo, se considera que los insectos ya abandonaron el árbol. Los árboles con este color de copa no se deberán someter a los tratamientos de control directo.

Importancia: *Dendroctonus frontalis* es una de las plagas forestales de mayor importancia en los bosques de coníferas de México que se encuentran en altitudes menores de 2,400 msnm, aunque eventualmente se encuentra en altitudes superiores. La mayoría de sus infestaciones se presentan en bosques de baja importancia comercial, es decir, en áreas transicionales, en donde existen especies de pino de lento crecimiento y que no tienen una buena conformación. Ejemplos claros de esta situación son los bosques de *Pinus oocarpa* y *P. pringlei*, que son los más atacados por estos descortezadores. En estas áreas existe poco manejo de bosques, por lo que en muchas ocasiones las infestaciones sólo se dan por causas naturales y no por la acción del hombre. En cambio las áreas que fueron afectadas pueden cambiar de uso del suelo, principalmente hacia fines agrícolas o de pastoreo. Cuando las infestaciones se presentan en bosques sujetos a un plan de manejo, se tienen alteraciones de gran magnitud en los planes y calendarios de corta; sin embargo, en este tipo de bosques es factible realizar actividades de vigorización de la masa.

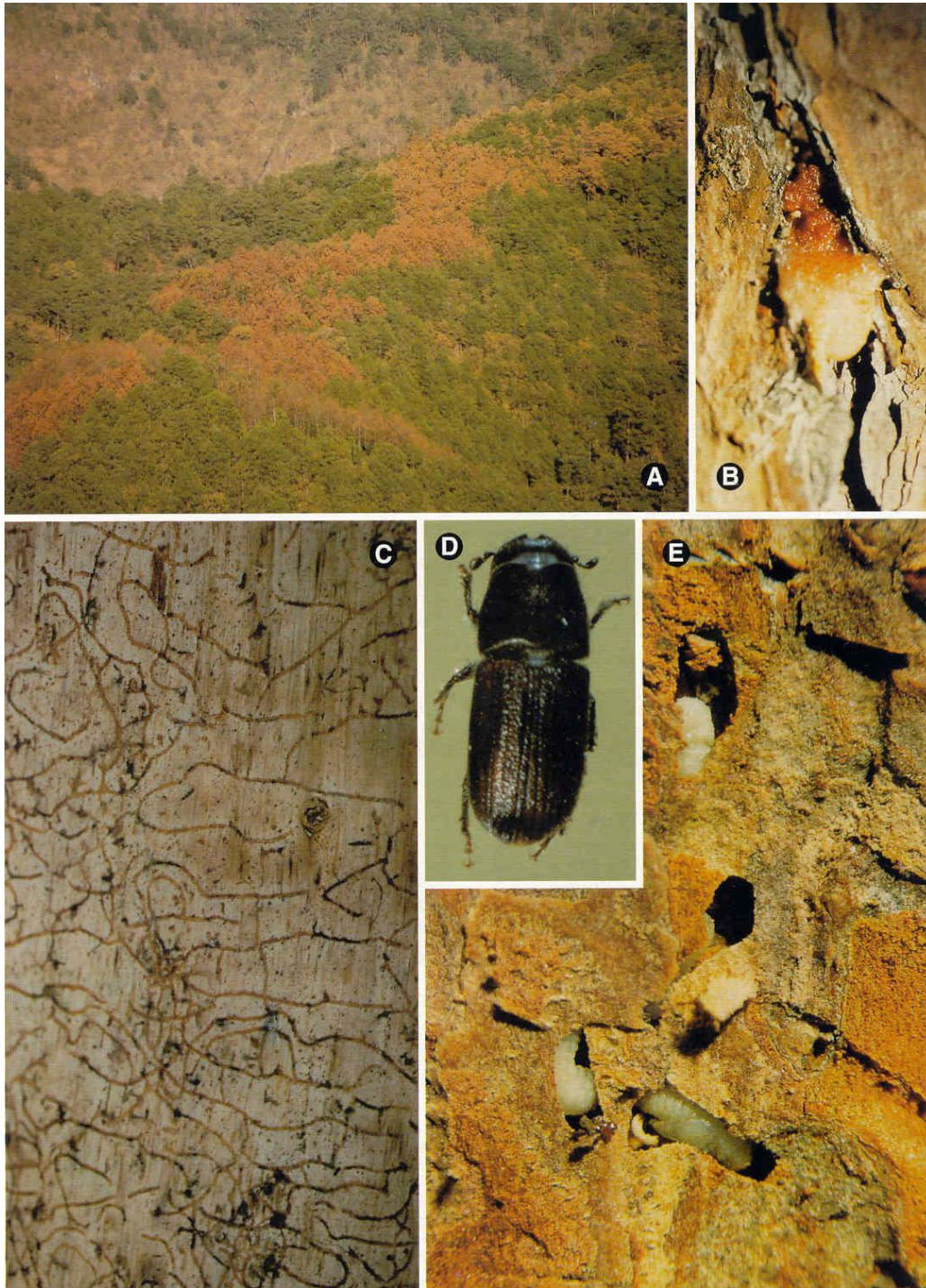


Figura 34. Descortezador *Dendroctonus frontalis*. **A** manchón con infestación severa. **B** grumo de resina en corteza. **C** galerías de adulto; note que la disposición de ellas es horizontal, esta es una característica que lo separa de *D. mexicanus*, en donde las galerías de los adultos son más verticales. **D** adulto. **E** pupas en corteza externa.

6.3 *Ips bonanseai* Hopkins 1905

Hospedantes: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite*, *P. cembroides*, *P. chihuahuana*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. flexilis*, *P. hartwegii*, *P. jeffryi*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. ponderosae*, *P. pseudostrobus*, *P. rudis*.

Distribución: Baja California, Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Durango, Estado de México, Jalisco, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Tamaulipas, Tlaxcala, Zacatecas.

Descripción: Los adultos miden de 2.9 a 3.8 mm de longitud, con promedio de 3.5 mm. De color café rojizo obscuro, con tarsos y antenas café claro. Cabeza con tubérculo frontal por arriba del margen epistomal, al cual se une por una quilla poco desarrollada. 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. El disco del pronoto y detrás de la cima con puntuaciones tupidas; la distancia entre ellas frecuentemente es menor que su diámetro, a diferencia de *I. pini*, el cual las tiene en baja densidad. Los huevecillos recién ovipositados son de color blanco transparente, tornándose gradualmente hacia un blanco opaco; su forma es casi oval; la longitud es de 1 mm. La larva es de tipo curculioniforme, ápoda. La cápsula cefálica es de color café claro; el cuerpo es blanco, semitransparente. Los dobleces integumentales de la pared del cuerpo dan a la larva una apariencia rugosa. 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.

Ciclo Biológico: 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. Posteriormente entran de una a tres hembras, cada una de las cuales construye su propia galería y en conjunto la galería puede tomar la forma de una Y, la cual a veces es de dos ramas y menos frecuente de una; ésta se localiza en el floema de manera que la madera queda ligeramente marcada; la longitud de cada ramificación varía de 0.5 a 19 cm; las galerías se encuentran limpias de aserrín. Los huevecillos tienen un período de incubación de seis días en promedio. La larva emerge rompiendo el corion con las mandíbulas y el alimentarse construye una galería corta, perpendicular a la galería de oviposición, que completamente desarrollada mide 3.4 mm de longitud. La larva del último estadio construye una celda pupal ovalada dentro del floema o entre el floema y la corteza, en donde se transforma en pupa; el estado de larva dura entre 15 y 20 días. El adulto se alimenta durante 8 a 12 días, tiempo que tarda en pigmentarse y sufre un cambio de color, de café muy claro hasta café negruzco o negro. Cuando está completamente maduro construye un orificio de emergencia y sale al exterior a infestar nuevos árboles.

Daños: El insecto ataca en las ramas y en la parte terminal del fuste y a lo largo de éste tiene una distribución uniforme. En general es un insecto secundario que se encuentra asociado a descortezadores del género *Dendroctonus*, como son *D. mexicanus* y *D. adjunctus*, con los que compite por espacio y alimento.

Importancia: El descortezador adquiere importancia por introducir hongos manchadores a la madera. También es un competidor importante de descortezadores primarios.

Monitoreo: En el caso del monitoreo del *Ips bonansea* Seybold et al. 1995 reporta el uso de R-Ipsdienol como feromona agregante. Vite et al. 1979 mencionan el uso de Cis-verbenol, trans-verbenol e ipsdienol, como compuesto agregante para esta especie.

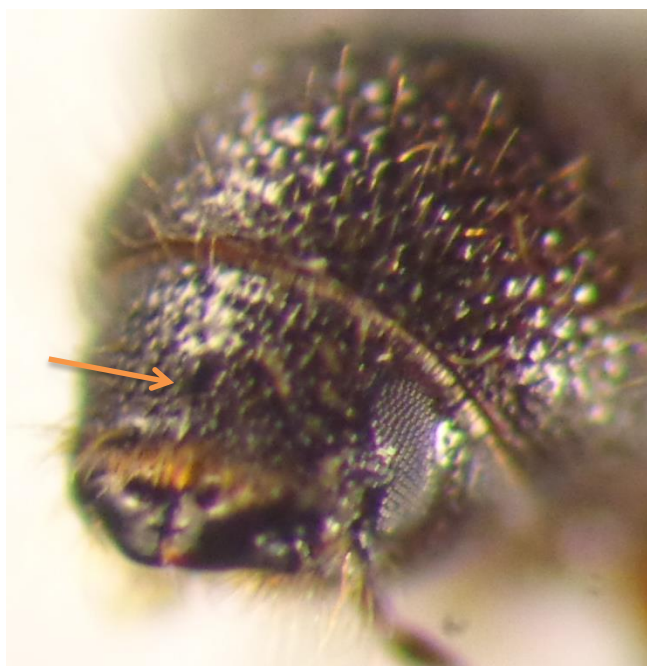


Figura 35.-Cabeza de *Ips bonansea* con tubérculo frontal (flecha), esta característica es diagnóstica para separarlo de *Ips pini*, la cual no tiene tubérculo.

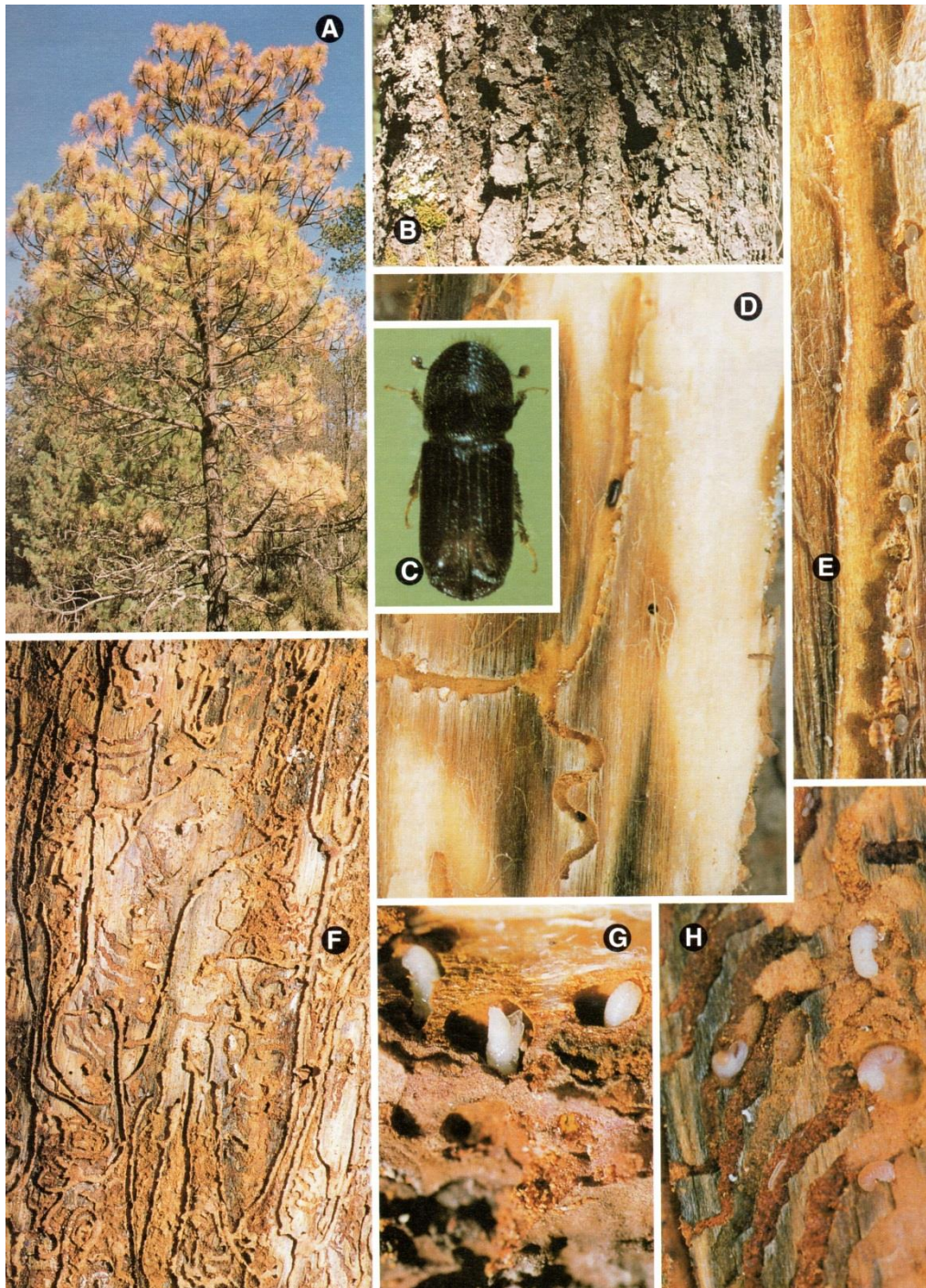


Figura 36. Ciclo biológico de *Ips bonansea*. Esta especie, en periodos de sequía no se convierte en matadora de árboles, se mantiene como secundaria al ataque de otras especies más agresivas.

6.4 *Ips lecontei* Swaine, 1915

Hospedantes: *Pinus arizonica*, *P. ayacahuite* var. *brachyptera*, *P. chihuahuana*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. engelmannii*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. ponderosa*, *P. pseudostrobus*.

Distribución: Baja California Sur, Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Jalisco, Oaxaca, Sonora. También en el sureste de E.U.A. y en Honduras.

Descripción: 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, que parece ser un tubérculo bífido. Se separa de *I. grandicollis* por lo anterior y porque esta última especie siempre es menor a 4 mm de longitud. *Ips lecontei* se puede confundir con *Ips confusus*, pero una característica que los separa está en la distancia entre la primera y segunda espina del declive elitral; en *I. lecontei* es dos veces más amplia que la que se presenta en *I. confusus*. Los huevos son ovales, pequeños de 0.5 mm de ancho por 1 mm de longitud, aperlados. La larva es como la todos los *Ips*, ápada, con cabeza bien diferenciada, en forma de C, blanquecina y ya madura alcanza hasta 6 mm de longitud. La pupa es exarada, con apéndices libres.

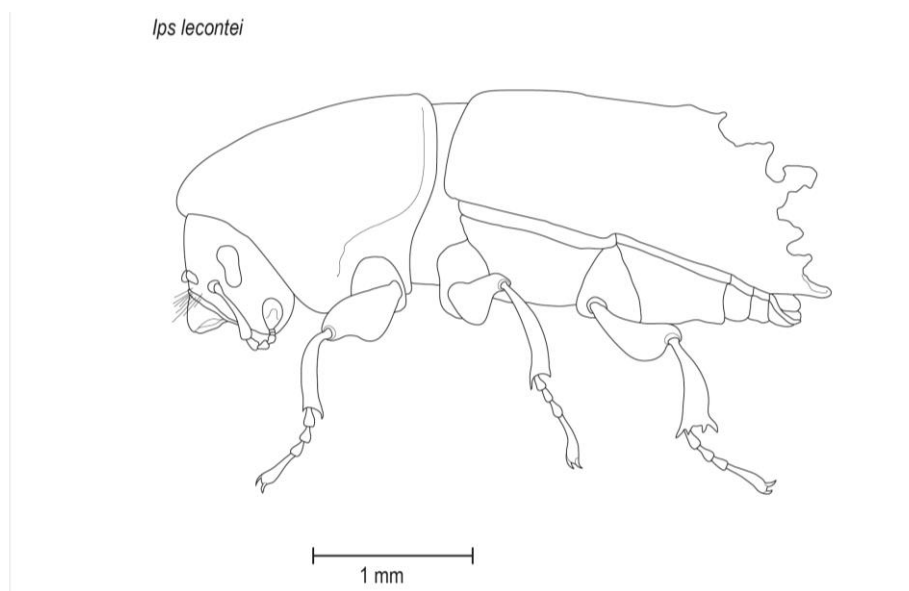


Figura 37. *Ips lecontei*. Especie de cinco espinas en cada margen del declive elitral. De gran importancia económica, se le puede considerar como plaga primaria en eventos de sequía prolongada. Se muestra el declive elitral y se resalta el carácter taxonómico que permite identificarlo, la distancia de la primera espina a la segunda es el doble de la anchura de la

primera espina. Otro carácter taxónomica importante es la presencia de un proceso bífido en la frente.

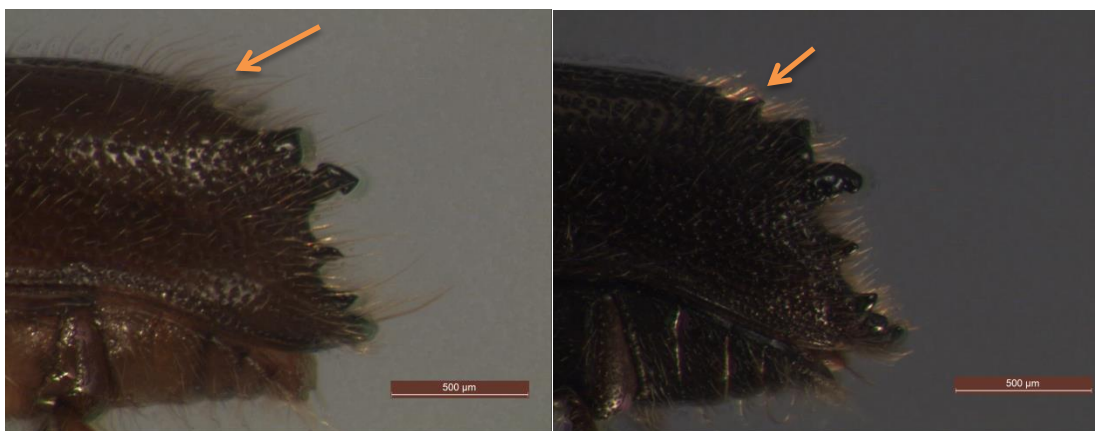


Figura 38. Vista lateral del declive elitral de *Ips lecontei* (izquierda) e *Ips confusus* (derecha), note la diferencia entre las distancias entre la primera espina de la segunda en ambas especies (flechas). Ambas especies son similares en tamaño y tienen 5 pares de espinas.

Ciclo Biológico: Los adultos tienen el hábito de invernar durante los meses fríos del invierno, de noviembre-diciembre a febrero-marzo, los adultos de la última generación del año ya no se reproducen, se pueden quedar dentro del árbol donde se desarrollaron o ir hacia otros previamente infestados y allí congregarse; los adultos que llegan de otras partes del mismo árbol o de otros árboles penetran por un orificio de entrada, el cual da servicio a decenas o hasta más de 150 individuos. Las colonias invernantes se acumulan de manera principal, pero no única en los primeros metros de altura del fuste. Los adultos, dependiendo de la altitud y del sitio en donde estén los árboles infestados, emergerán a finales del invierno o hasta entrada la primavera; de tal forma que en los meses de marzo o abril se podrán dar nuevas infestaciones; se ha documentado que la actividad subcortical en estos insectos invernantes es reasumida cuando se alcanza una temperatura de 7-10 grados centígrados, pero los insectos no volarán a nuevos árboles hasta que la temperatura del día alcance a los 20 grados centígrados, el vuelo se da individualmente o en pequeños grupos. Algunos de estos insectos son pioneros; es decir, son machos que vuelan individualmente para iniciar nuevos ataques; se guían por olores producidos por los terpenos de la resina de los pinos, estos olores constituyen la fuente primaria de atracción; al llegar y establecerse liberan feromonas que atraen más individuos, hembras y machos, para realizar el ataque en masa a un nuevo árbol, estas feromonas conforman la fuente secundaria de atracción. *Ips lecontei*, al igual que otras especies del género es polígamo, con dos a cinco hembras por macho, siendo lo más común 3, (McMillin y DeGomez, 2008) cada hembra hace su propia galería y empuja el excremento al interior de la cámara nupcial, la cual toma 4 días para *Ips lecontei* (Ostmark 1966) siendo el macho el responsable de expulsar al exterior estos residuos y mantener

limpios los accesos a las hembras. Los huevos se depositan en nichos a los lados de cada galería materna. Las larvas pasan por tres instares y se requieren de 30 a 90 días para pasar al estado de pupa, el cual necesita de 6 a 9 días con extremos de 3 a 30 días para pasar al estado de preadulto, el que a su vez requiere de algunos días para madurar y poder volar. Dependiendo de la temperatura y la altitud del sitio, en un año se pueden tener 3 o más generaciones, con estados de desarrollo sobrepuestos. Es común que los adultos reemerjan de los árboles recién infestados, pueden ir a otros árboles y dejar nuevas camadas de huevecillos, lo cual hacen hasta por tercera ocasión.



Figura 39. Adultos invernantes de *Ips lecontei*, se agregan en grandes grupos bajo la corteza de árboles de gran tamaño.

Daños: Este insecto es una plaga seria cuando hay períodos prolongados de sequía, los adultos son capaces de infestar y causar la muerte de árboles verdes, sobre todo de aquellos que están en sitios pobres. *Ips lecontei* infesta árboles jóvenes o adultos; en ambos casos origina la muerte de todo el individuo, mientras que en los maduros su ataque lo inicia por la parte superior de la copa, aunque también puede infestar desde la parte baja del tronco. Además de causar la muerte de árboles, el insecto también introduce hongos que manchan a la madera y reducen su valor comercial. El ataque en los árboles verdes queda señalado con grumos de resina de color blanquecino rojizo. Cuando no existen condiciones de sequía esta especie normalmente infesta árboles caídos y vive en la trocería o en el brazuelo; sin embargo, cuando la sequía aparece entonces los insectos se pueden reproducir en grandes números en el brazuelo y las puntas de los árboles que se dejan después de los aprovechamientos normales.

Atacan hospederos preferentemente con raspaduras o fisuras en las partes bajas del tronco Ryall et al 2006 menciona que los hospederos más susceptibles son aquellos que

tienen muy dañados los tejidos de conducción, o bien pinos con tronco de alrededor de 10 cm de diámetro (Steed y Wagner, 2004).

Importancia: Es de gran importancia en los bosques de la Sierra madre Occidental. Las infestaciones en árboles verdes por *Ips lecontei* ocurren cada vez que hay sequías prolongadas, pero una vez que pasa el efecto de la sequía las poblaciones de insectos descortezadores bajan y se vuelven incapaces de infestar árboles vivos; sin embargo, para que esto suceda transcurre un intervalo de tiempo variable; mientras tanto, en el monte se acumulan volúmenes que pueden justificar la realización de cortas de saneamiento. Las infestaciones de *Ips lecontei* en árboles jóvenes, se dan en grupos que pueden incluir varias decenas de árboles.

Monitoreo: La mezcla que se utiliza para el monitoreo de esta especie así como otras de Ips es el Ipsenol e Ipsdienol como feromona de agregación dando buenos resultados en campo.

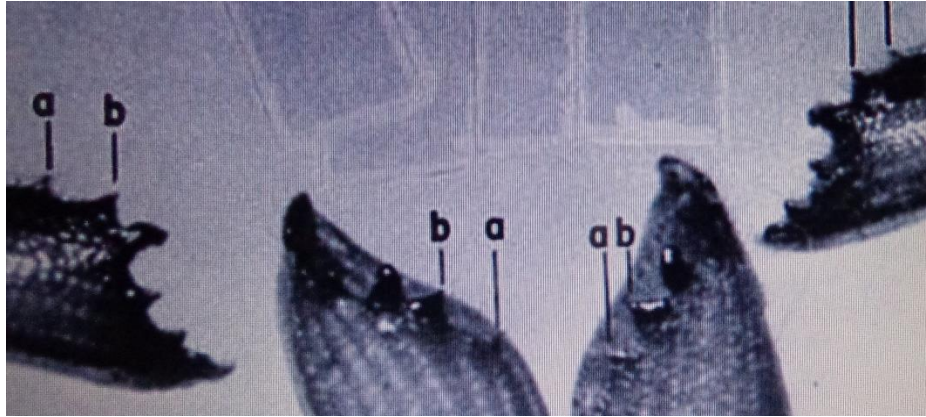


Figura 40. Declives elitrales de *Ips lecontei*, (izquierda) e *Ips confusus* (derecha), note que la distancia entre la primera espina y la segunda en *I. lecontei* es casi del doble que la que existe entre las mismas espinas en *I. confusus*. Tomado de Chansler, 1964 (US FOREST SERVICE RESEARCH NOTE RM-279 OVERWINTERING HABITS OF *Ips lecontei* and *ips confusus* in Arizona and Nuevo Mexico).

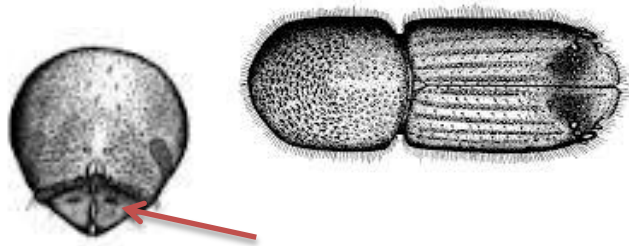


Figura 41. Frente y vista dorsal de *Ips lecontei*, el proceso bífido es característico de esta especie (flecha).

6.5 *Ips cribricollis* (Eichhoff, 1868)

Hospedantes: *P. caribea*, *P. estevezii*, *P. durangensis*, *P. lawsoni*, *P. leiophylla*, *P. montezumae*, *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. ponderosa*, *P. pseudostrobis*, *P. rudis*, *P. teocote*.

Distribución: Chiapas, Chihuahua, Colima, Durango, Estado de México, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Veracruz.

Descripción: 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.



Figura 42. Adulto de *Ips cribricollis*. Las espinas 2 y 3 están unidas en sus bases y esa es la diferencia con *I. grandicollis*.

Ciclo Biológico: 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.

Daños: Infesta árboles caídos y trocería recién formada. Puede actuar como plaga primaria, es decir, puede matar árboles aparentemente sanos que se encuentran con bajo vigor por sequías u otros factores.

Importancia: Esta especie ha sido poco estudiada y su importancia no está bien definida; aun así se le considera más agresiva que *I. grandicollis*.

Monitoreo: Para el monitoreo de esta especie de descortezador se recomienda el uso de Ipsdienol e ipsenol como menciona Vite et al 1972.

6.6 *Pseudips mexicanus* (Hopkins)

Hospedantes: *Pinus ayacahuite*, *P. cooperi*, *P. durangensis*, *P. hartwegii*, *P. jeffreyi*, *P. leiophylla*, *P. michoacana*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. radiata*, *P. rudis*. También en E.U.A., Canadá y Guatemala.

Distribución: Baja California, Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Distrito Federal, Durango, Hidalgo, México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tlaxcala, Veracruz.

Descripción: 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 curculioniformes, ápodas, blanquecinas. Pupas exaradas.

Ips mexicanus

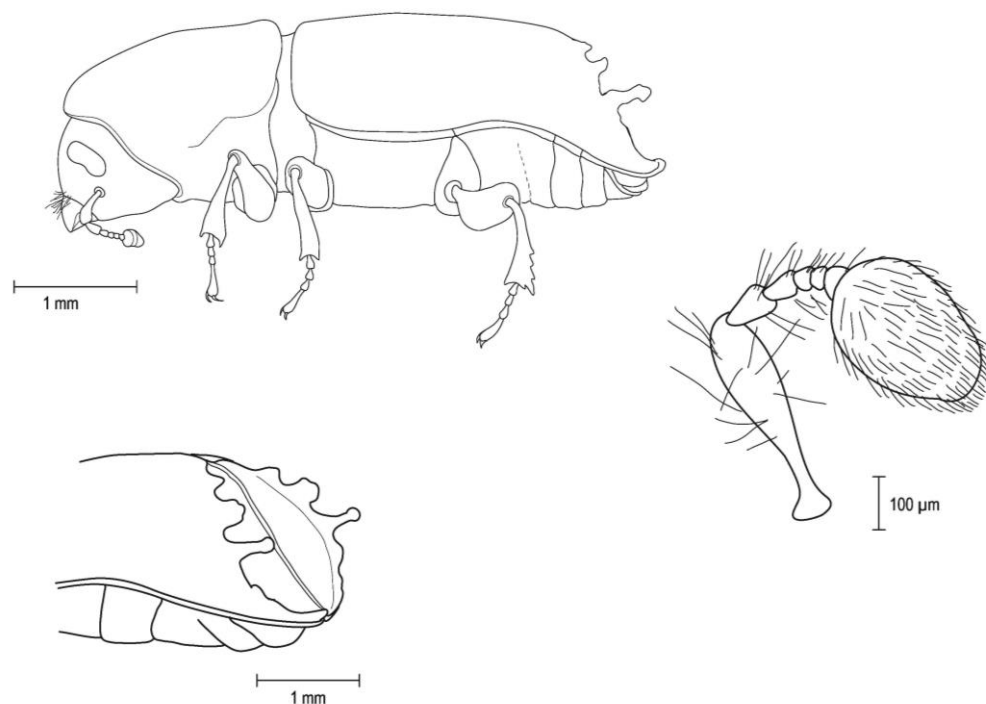


Figura 43. *Pseudips mexicanus*. Anteriormente conocido como *Ips mexicanus*, solo tiene tres pares de espinas en el declive elitral, son insectos secundarios.

Ciclo Biológico: 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. Los machos inician el ataque al penetrar por las hendeduras de la corteza hasta la zona de cambium, en donde hacen una cámara en la que reciben a 3 y raramente 2, 4 o 5 hembras. La cópula se realiza en esta cámara. Cada hembra hace un túnel, que normalmente es curvo y preferentemente en un lado del túnel excava nichos semicirculares, en los que oviposita de 3 a 4 huevos en cada uno. Después de emerger, las larvas hacen galerías individuales que pueden entrecruzarse. Al alcanzar la madurez pupan en el floema. Los nuevos adultos emergen a través de las placas de corteza.

Daños: Los insectos infestan principalmente a los árboles moribundos que se encuentran en pie; en éstos árboles se ubican en las partes bajas del fuste, a menudo cohabitando con otras especies de descortezadores, como *Dendroctonus adjunctus* o *D. mexicanus*. También se encuentran con frecuencia como insectos primarios causando la muerte de árboles de tamaño pequeño a mediano, que están dominados o suprimidos por la competencia de otros individuos o bien de aquellos que fueron dañados por incendios; en este caso infestan la parte lesionada por el fuego y con ello incrementan la gravedad de la lesión; en árboles muertos por incendios se reproducen en grandes números. En la superficie de la corteza de estos árboles aparecen montículos de aserrín de color rojizo que delatan la presencia de los insectos. El descortezador también infesta ramas gruesas y fustes de árboles caídos. Eventualmente ataca los tumores causados por la roya *Cronartium conigenum* en los que se reproduce con éxito. En California, E.U.A. se ha demostrado que transmite al cancro resinoso *Fusarium circinatum*, el cual puede causar la muerte de puntas, ramas o incluso árboles.

Importancia: 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. No se le ha registrado como plaga primaria en eventos de sequía, dejando este papel a *Ips lecontei* o *Ips pini*.

Monitoreo: Savoie en 1998 reporta el uso de ipsdienol y el S-ipsdienol para el monitoreo de esta especie de descortezador.