



GUÍA METODOLÓGICA PARA EL COMBATE Y CONTROL DE INSECTOS DESCORTEZADORES EN LOS BOSQUES



inifap
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Centro de Investigación Regional Pacífico Sur
Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca
Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etla, Oaxaca, México
Folleto Técnico Núm. 40
Mayo de 2013 ISBN:

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Lic. Enrique Martínez y Martínez
Secretario

Lic. Jesús Aguilar Padilla
Subsecretario de Agricultura

Prof. Arturo Osornio Sánchez
Subsecretario de Desarrollo Rural

Lic. Ricardo Aguilar Castillo
Subsecretario de Alimentación y Competitividad

Lic. Marcos Bucio Mújica
Oficial Mayor

Lic. Víctor Hugo Celaya Celaya
Coordinador General de Delegaciones

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Dr. Pedro Brajcich Gallegos
Director General

Dr. Salvador Fernández Rivera
Coordinador de Investigación, Innovación y Vinculación

M. Sc. Arturo Cruz Vázquez
Coordinador de Planeación y Desarrollo

Lic. Marcial A. García Morteo
Coordinador de Administración y Sistemas

Centro de Investigación Regional del Pacífico Sur

Dr. René Camacho Castro
Director Regional

Dr. Juan Francisco Castellanos Bolaños
Director de Investigación

Dr. Miguel Ángel Cano García
Director de Planeación y Desarrollo

Lic. Jaime A. Hernández Pimentel
Director de Administración

Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca

MC. Porfirio Simón López López
Jefe de Campo

Guía metodológica para el combate y control de insectos descortezadores en los bosques de pino

Juan Francisco CASTELLANOS BOLAÑOS¹
Martín GÓMEZ CÁRDENAS¹
Eulogio Orlando RUIZ MARTÍNEZ²
Rigoberto GONZÁLEZ CUBAS²

1. Investigador en el INIFAP-CE Valles Centrales de Oaxaca
2. Prestador de Servicios Técnicos Forestales

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Pacífico Sur
Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca
Folleto Técnico Núm. 40 ISBN:

Fotografía de la portada: Pedazo de corteza interna desprendida de *Pinus rudis* donde se observan preimagos de *Dendroctonus adjunctus*.

**Instituto Nacional de Investigaciones Forestales,
Agrícolas y Pecuarias**

Av. Progreso No. 5, Barrio de Santa Catarina, Col. del Carmen,
Delegación Coyoacán, México D. F. C.P. 04010
Teléfono (55) 3871-8700
www.inifap.gob.mx

Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca

Melchor Ocampo No.7
Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México
C.P. 68200 Teléfono (951) 521-5502

**Guía metodológica para el combate y control de insectos
descortezadores en los bosques de pino**

ISBN:
Primera Edición 2013
Impreso en México
Printed in Mexico

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de la Institución.

La cita correcta de esta obra es:

Castellanos-Bolaños, J. F., M. Gómez-Cárdenas, E. O. Ruiz-Martínez y R. González-Cubas. 2013. Guía metodológica para el combate y control de insectos descortezadores en los bosques de pino. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México. Folleto para productores Núm. 40. 51 p

CONTENIDO

Contenido	Pág.
RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE COMBATE DE PLAGAS DE INSECTOS DESCORTEZADORES.....	5
3. DETECCIÓN DE DAÑOS POR INSECTOS DESCORTEZADORES.....	8
4. CONSIDERACIONES NORMATIVAS.....	11
5. DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO INICIAL DE INSECTOS DESCORTEZADORES.....	13
5.1. Diagnóstico fitosanitario inicial o base.....	14
5.2. Fase de inventario forestal.....	14
5.3. Descortezador de los pinos de montaña (<i>D. adjunctus</i>).....	16
5.4. Descortezador de los pinos mexicanos (<i>D. mexicanus</i>).....	18
5.5. Escarabajo suriano (<i>D. frontalis</i>).....	19
5.6. Identificación de insectos descortezadores del género <i>Dendroctonus</i>	20
5.7. Índice de riesgo o peligrosidad de la plaga.....	22
5.7.1. Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR).....	23
5.7.2. Determinación del índice de presión del insecto descortezador.....	26
5.7.3. Cálculo del índice de riesgo o peligrosidad de la plaga.....	27
5.8. Ejemplo del cálculo del índice de susceptibilidad del rodal (ISR).....	27
5.8.1 Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR).....	27
5.8.2 Índice de presión del Insecto Descortezador.....	32
5.8.3 Índice de riesgo o peligrosidad de la plaga.....	32
6. INTEGRACIÓN DEL INFORME TÉCNICO JUSTIFICATIVO.....	34
7. NOTIFICACIONES PARA EL SANEAMIENTO.....	36
8. CUMPLIMIENTO DE LA NOTIFICACIÓN.....	37
9. ACTIVIDADES DE COMBATE Y CONTROL.....	38
10. IMPACTOS AMBIENTALES.....	42
10.1 Identificación de impactos ambientales.....	42
10.2 Mitigación de impactos ambientales.....	43

10.3 Acciones preventivas.....	44
11. INFORME FINAL DE SANEAMIENTO.....	46
12. ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN.....	47
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
14. BIBLIOGRAFÍA.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Esquema donde se muestran de manera sintética las actividades generales que comúnmente conforman el combate de plagas de insectos descortezadores en bosques de pino.....	7
Figura 2. Brotes de <i>D. adjunctus</i> en bosque de pino en Pueblos Mancomunados, Oaxaca.....	10
Figura 3. Nomenclatura del aspecto dorsal de <i>Dendroctonus valens</i>	17
Figura 4. Ciclo biológico del insecto descortezador <i>D. adjunctus</i> en Pueblos Mancomunados, Oaxaca.....	17
Figura 5. Forma y proporción del tamaño de las tres especies primarias del género <i>Dendroctonus</i>	20
Figura 6. Ubicación geográfica de los brotes en Pueblos Mancomunados, Oax, como un ejemplo de la información útil para planeación de acciones de combate.....	35
Figura 7. Uso adecuado del fuego, Pueblos Mancomunados, Oaxaca.....	40
Figura 8. Pérdida de vegetación, Pueblos Mancomunados, Oaxaca.....	43
Figura 9. Control de desperdicios, Pueblos Mancomunados, Oaxaca.....	44

ÍNDICE DE CUADROS

Contenido	Página
Cuadro 1. Determinación del factor edad (A) en ISR..	24
Cuadro 2. Determinación del factor edad (A) usando funciones continuas.....	24
Cuadro 3. Determinación del factor de densidad (D)..	25
Cuadro 4. Determinación del factor densidad (D) utilizando funciones continuas.....	25
Cuadro 5. Valores del factor de localización.....	26
Cuadro 6. Función continua actualmente utilizada para determinar el índice de presión de insecto (B) a partir del tamaño de la infestación (determinada a partir del Cuadro 6) y la distancia entre el rodal a ser valorado y el brote más cercano de la infestación del descortezador.....	27
Cuadro 7. Relación de rodales y valores dasométricos	29
Cuadro 8. Datos de localización de los rodales evaluados.....	30
Cuadro 9. Valores del índice de susceptibilidad (ISR) de los rodales.....	31
Cuadro 10. Valores del Índice de Riesgo del Rodal.....	33

GUÍA METODOLÓGICA PARA EL COMBATE Y CONTROL DE INSECTOS DESCORTEZADORES EN LOS BOSQUES DE PINO

RESUMEN

Las comunidades forestales con problemas de descortezadores aplican las técnicas de combate que establece la ley y su reglamento, sin embargo la respuesta observada es limitada y la preocupación pública en torno a la problemática aumenta. Esto obedece en la mayoría de los casos a que algunas actividades no se aplican con la oportunidad y calidad que demandan las condiciones particulares del sitio, del arbolado, del ambiente y de las poblaciones presentes de insectos plaga y de enemigos naturales. Por ello se considera necesario dar a conocer las acciones y procedimientos específicos de una manera más detallada y clara sobre el combate y control del insecto descortezador a técnicos forestales y autoridades comunales. El primer paso es la detección de la presencia de insectos descortezadores en el bosque mediante recorridos de campo. Posteriormente, con base en las leyes y normas que establece la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el combate y control de plagas, se tiene que realizar un diagnóstico fitosanitario, el cual consiste en el inventario de todas las especies de árboles afectadas, las unidades de manejo forestal infestadas y no infestadas con sus respectivas características, la identificación del insecto descortezador, la descripción detallada del daño y índice de peligrosidad de la plaga. El diagnóstico se debe integrar en un

estudio técnico justificativo que muestra y argumenta la necesidad de atender la problemática y el cual se entrega a SEMARNAT. Esta Institución, mediante una notificación instruye a los interesados, la aplicación de las actividades de combate y la evaluación de impactos ambientales. Se realiza un informe para SEMARNAT sobre la situación del bosque después del saneamiento y se identifican las áreas saneadas que necesitan restauración. Se confirma que seguir los pasos en tiempo y forma ayuda a mantener las áreas bajo control de una manera eficaz y que con ello se evita la propagación a otros lugares. Se recomienda mantener el bosque bajo manejo silvícola, para evitar la expansión de la plaga.

Palabras clave: *Dendroctonus*, diagnostico, inventario forestal, manejo silvícola, normatividad, prevención, restauración.

1. INTRODUCCIÓN

En la presente guía proporciona información completa y detallada para técnicos forestales y autoridades comunales y ejidales, sobre los pasos a seguir para hacer un programa de saneamiento forestal destinado al combate y control oportuno de insectos descortezadores, con énfasis en los estados del sur del país, Guerrero, Oaxaca y Chiapas, en donde aproximadamente el 90% de la superficie arbolada es de propiedad comunal y ejidal.

En México se tienen registros de la presencia de 12 especies del género *Dendroctonus* (Salinas-Moreno *et al.* 2004; Salinas-Moreno *et al.*, 2010). Varias de ellas tienen gran importancia económica, al grado que se les conoce como las especies de plagas forestales más importantes y más dañinas del país. Uno de los insectos que más ataca a los pinos es el descortezador (*Dendroctonus adjunctus*), el cual pertenece al Orden Coleóptera, Familia Scolytidae. Su distribución abarca desde el norte de México hasta el sur del país asociado a otras especies de plagas secundarias como *Ips*, también de la familia Scolytidae (Cibrián *et al.*, 1995).

Los insectos descortezadores atacan y matan los árboles en forma individual, en pequeños grupos e incluso, en grandes extensiones, donde una vez iniciado el ataque pueden permanecer por años (Sánchez y Torres, 2004). Tienen como hospedero específico a los pinos, los cuales se distribuyen ampliamente en la mayor parte del país (FAO, 2007).

A pesar que las infestaciones por descortezadores en el sur de México se remontan varios años atrás; empezaron a generar preocupación significativa en la década de 1990. Podemos deducir que su importancia no fue debidamente valorada por falta de vigilancia y conocimiento de los dueños del bosque y además por no existir grandes masas plagadas. La atención al problema empezó recientemente y básicamente ha consistido en el estudio y combate de la misma, aunque no con la oportunidad y calidad que se requiere para garantizar el control adecuado.

Los bosques de pino en el estado de Oaxaca han sido afectados de manera persistente por plagas de descortezadores. Así por ejemplo, durante las décadas de 1950, 1960 y 1970, los bosques de coníferas en la entidad sufrieron ataques importantes de plagas (Islas-Salas, 1979). En otro ejemplo Martínez-González (1979) registró una afectación en el estado de Oaxaca de 10,000 hectáreas y un volumen del arbolado muerto de 100,000 m³.

En el período 1995-2004 la superficie afectada por descortezadores y barrenadores en el estado de Oaxaca tuvo un promedio anual ligeramente superior a 1000 ha (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), 2007). Pueblos Mancomunados es dentro del estado, la zona territorial con las afectaciones más severas en bosques provocadas por insectos descortezadores. El volumen total de madera afectada en esta comunidad forestal durante el año 2008 fue de 35,243 m³ de los cuales 14,569 m³ correspondieron a *P. rudis*; 9,214 m³ a *P. patula*; 4,377 m³ a *P.*

douglasiana; 3,643 m³ a *P. pseudostrobus*; 2,449 m³ a *P. oaxacana* y 990 m³ a *P. teocote*. (Castellanos *et al.*, 2010).

El objetivo del presente folleto es facilitar, mediante la difusión de las acciones y procedimientos específicos a seguir para el combate de insectos descortezadores en los bosques de pino, y con ello, contribuir a la protección de los recursos forestales maderables mediante un manejo integral y eficaz de los descortezadores, manteniendo las áreas afectadas bajo control y evitando la propagación a otros lugares.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO ACTUAL DE COMBATE DE PLAGAS DE INSECTOS DESCORTEZADORES

El manejo adecuado de plagas de descortezadores requiere de tecnologías y estrategias fundamentadas en el conocimiento ecológico de los insectos causales, de las especies y poblaciones arbóreas hospedantes, de factores de sitio y de los patrones ecológicos. Esto no se cumple en la realidad y peor aún, las comunidades forestales aplican en forma muy limitada y comúnmente de manera inoportuna las técnicas de combate que establece la ley y su reglamento. En consecuencia, los bosques muestran una respuesta limitada al combate y las superficies afectadas se incrementan y extienden anualmente de forma rápida.

No obstante lo anterior, observaciones *in situ* de operaciones de combate han demostrado que la aplicación oportuna y con calidad suficiente de las normas oficiales pueden garantizar la contención

del ataque de descortezadores y conducir eventualmente al control de sus poblaciones naturales. Es por ello que a continuación se describen las principales actividades y consideraciones que forman parte de un plan de combate de descortezadores de pino en México.

El primer paso es detectar la presencia de insectos descortezadores en el bosque mediante recorridos de campo. Posteriormente, con base en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, su reglamento y en la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007 para el combate y control de plagas, se tiene que realizar un diagnóstico fitosanitario el cual consiste en inventariar todas las especies forestales infestados y no infestados y conocer las características del arbolado e identificar el insecto descortezador para obtener un índice de peligrosidad de la plaga. En seguida, se tiene que elaborar un estudio técnico justificativo para informar a la dependencia correspondiente sobre la problemática. Una vez hecho esto, SEMARNAT notifica a los interesados, se aplican las actividades de combate y se efectúa la evaluación de impactos ambientales. Finalmente se realiza un informe final para SEMARNAT sobre la situación del bosque después del saneamiento y por último, se identifican y atienden áreas de los brotes saneadas que requieran su restauración (Figura 1).

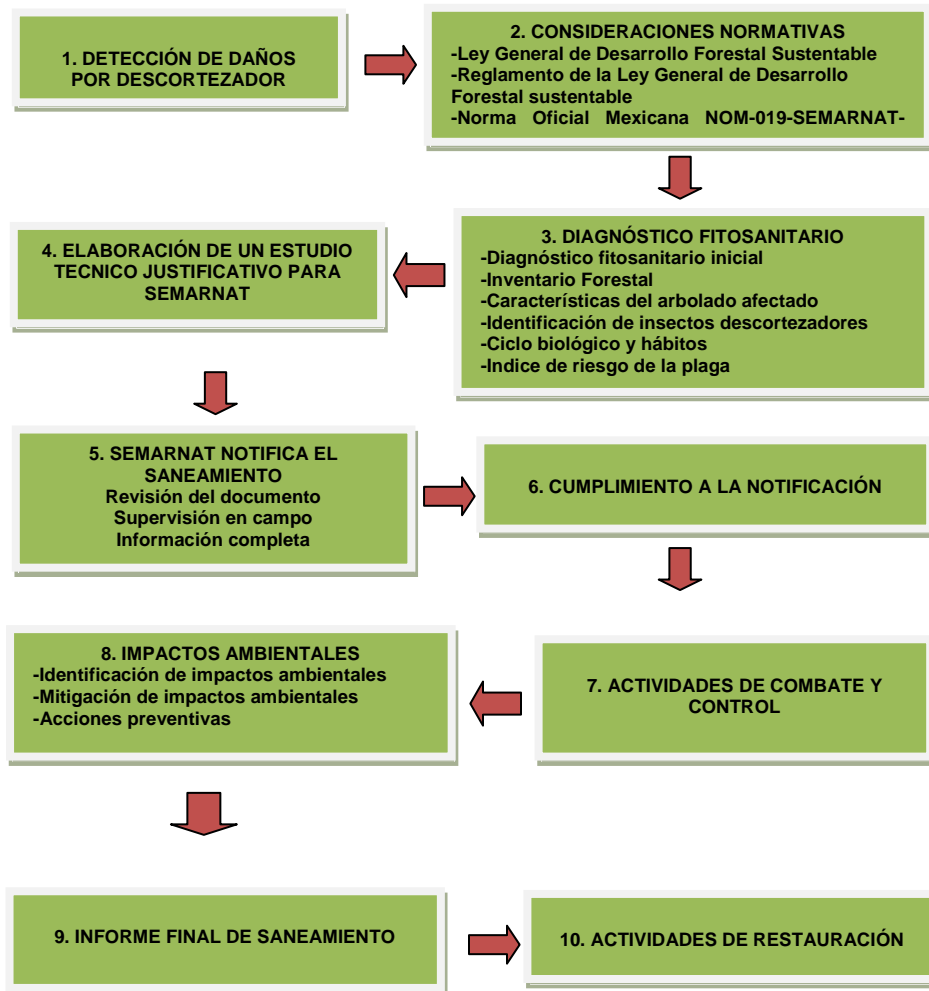


Figura 1. Esquema donde se muestran de manera sintética las actividades generales que comúnmente conforman el combate de plagas de insectos descortezadores en bosques de pino.

3. DETECCIÓN DE DAÑOS POR INSECTOS DESCORTEZADORES

En los rodales con evidencias de brotes del descortezador se debe analizar cuidadosamente los árboles que presenten coloración anormal del follaje. En estos árboles se debe buscar grumos de resina, principalmente en el fuste, enfocándose el análisis sobre aquellos árboles con follaje amarillento o rojizo, características que al presentarse en forma simultánea, indican focos de infección en estado virulento.

Los primeras síntomas que presentan los árboles al ser atacados por insectos descortezadores son: hojas que están más o menos erectas o rígidas, de un color verde brillante, las cuales se vuelven flácidas y su color evoluciona a verde mate u opaco. Cuando el proceso es un poco más avanzado, el color se torna verde amarillento (alimonado) y gradualmente pasa a tonalidades rojizas y color café.

En muchos casos, una o varias ramas aisladas de algún pino se decoloran completamente y toman un color canela (rojo- café). Cuando toda la copa del pino es de color canela puede sospecharse de muerte por plaga. No obstante, la muerte puede haber sido provocada por quemaduras al tronco, por cinchamiento o por resinación excesiva.

Para disponer de un diagnóstico correcto, se observará si hay escurrimientos de resina (principio del ataque por

descortezadores) o si los fustes presentan plastas de resina blanca irregularmente repartidas. En este último caso, pueden suceder dos cosas: que la resina esté blanda y más o menos transparente o que esté ya dura y blanca. En la primera condición, los ápices de los grumos de resina se tornarán color rojo-café en menos de veinticuatro horas. En la segunda condición, que es muy rara, probablemente se trate de un árbol resistente. Otra variación y muy importante, es que los grumos sean muy pequeños y solamente aparezcan en la porción superior del fuste; este tipo es bastante difícil de observar.

La confirmación del pronóstico por los síntomas se logra extrayendo muestras de corteza de forma circular o cuadrada o bien en rodajas de tronco, en las cuales se manifiesta mediante galerías en forma de “S” hechas por los adultos de los descortezadores que abren para depositar sus huevecillos. Perpendicularmente a estas galerías parentales se forman galerías larvianas muy cortas (puede diferenciarse fácilmente la presencia de larvas de los descortezadores primarios del género *Dendroctonus* por sus galerías larvianas pequeñas, de presencia de larvas de los descortezadores secundarios, *Ips*, que tienen galerías larvianas largas o grandes).

Para identificar y caracterizar de una manera oportuna y apropiadamente las afectaciones causadas por el descortezador o cualquier otra plaga, es importante identificar a los insectos responsables de cualquier daño detectado en los bosques, para lo cual es importante tomar en cuenta el siguiente aspecto.

Se deben hacer monitoreos frecuentes en los bosques de pino en la franja altitudinal donde comúnmente se presentan infestaciones de la especie. Los monitoreos permitirán conocer el estado fitosanitario general de los bosques y en caso que se presenten síntomas de infestación de plagas o enfermedades se podrán tomar decisiones adecuadas y oportunas para realizar actividades de combate y control. En los recorridos deberá participar al menos un técnico entrenado en la detección de evidencias del ataque del descortezador, la frecuencia de los recorridos deberá ser mayor durante la temporada de secas, periodo en el cual las posibilidades de ocurrencia brotes de la plaga son mayor.



Figura 2. Brotes de *D. adjunctus* en bosque de pino en Pueblos Mancomunados, Oaxaca

4. CONSIDERACIONES NORMATIVAS

Cualquier actividad de saneamiento debe ser planeada, notificada, conducida, evaluada y finiquitada bajo estricto seguimiento de los lineamientos normativos existentes para el combate y control de plagas y enfermedades establecidas en las leyes y normas oficiales vigentes, las cuales se enumeran a continuación:

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, capítulo II. De la sanidad forestal, artículos 119, 120 y 121 (DOF. 25 de febrero de 2003).

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, capítulo tercero de la sanidad forestal, artículos 128, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157 y 158 (DOF. 21 de febrero de 2005). Los artículos 129 al 145 no se incluyeron debido a que cubren temas de sanidad de productos de importación, exportación, certificados.

Ley Federal de Sanidad Vegetal, título segundo. De la protección fitosanitaria, capítulo I. De las medidas fitosanitarias, artículo 19 (DOF. 5 de enero de 1994).

Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sección V, evaluación del impacto ambiental, capítulo II, zonas de restauración, capítulo II, flora y fauna silvestre, artículos 28, 78, 79, 80, 81, y 83 (DOF. 28 de enero de 1988).

Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, capítulo II, de las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones, artículo 5 (DOF. 30 de mayo de 2000).

Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2006, que establece los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores (DOF. 23 de julio de 2008).

Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario (DOF. 2 de marzo de 1999).

5. DIAGNÓSTICO FITOSANITARIO INICIAL DE INSECTOS DESCORTEZADORES.

Realizar un diagnóstico fitosanitario es de vital importancia para elaborar un plan efectivo que permita combatir adecuadamente los brotes actuales de la plaga y además establecer, conducir y dar seguimiento oportuno a un programa permanente de control de la misma. No obstante, para garantizar la efectividad del plan, el diagnóstico fitosanitario, además de caracterizar la condición fitosanitaria actual y describir y justificar la propuesta de acción de combate prioritaria, debe incluir con precisión y detalle suficiente, indicadores de riesgo o susceptibilidad de ocurrencia y dispersión de la plaga a nivel de sitio.

En las áreas plagadas, se debe hacer una cuantificación del arbolado que manifieste síntomas de daño de cualquier tipo. Se registraran dichos síntomas además del lugar, la superficie, las especies afectadas, rutas de acceso y otras características de los rodales que posteriormente faciliten la planeación del combate, su ejecución y seguimiento. Para poder conocer superficies, especies, volúmenes y distribución a nivel de sitios de árboles atacados por descortezadores, se tiene que levantar información sobre la vegetación e información dasométrica del árbol dañado.

La determinación del riesgo, requiere de dos etapas principales; un diagnóstico o caracterización del problema de plaga presente, el cual se logra básicamente mediante la conducción de un inventario

forestal y una estimación del riesgo o susceptibilidad de los sitios al ataque de la plaga.

5.1. Diagnóstico fitosanitario inicial o base.

El diagnóstico fitosanitario inicial o base consiste en una caracterización de los elementos, estructuras, factores y procesos que constituyen el problema de salud del bosque. Hace particular énfasis en las relaciones causales, el cómo ocurren estas, y comúnmente adelanta posibles formas, momentos, criterios o condiciones de soluciones posibles.

En este sentido, un diagnóstico fitosanitario para la plaga de insectos descortezadores consiste fundamentalmente en la descripción de la ubicación, extensión y condición generalizada del daño de las áreas afectadas. Debe incluir además los procesos y relaciones causa-efecto, así como información útil para planear el combate adecuado de la plaga. Es altamente recomendable que se genere información básica con ese último propósito, la cual debe ser preferentemente digitalizada y georreferenciada (información cartográfica) para uso generalizado y permanentemente disponible y susceptible de enriquecimiento y corrección.

5.2. Fase de inventario forestal

El análisis de las estructuras del bosque afectado se debe realizar a partir de información de inventario dirigido para recabar datos dasométricos, de ubicación y fitosanitarios. Estos datos deben

incluir el conteo directo, mediante sitios circulares de 500 ó 1000 m² que coincidan con la ubicación de los brotes afectados y las variables a cuantificar de todos los árboles infestados y no infestados, también se deben considerar que las variables a medir deben incluir siempre, las especies arbóreas y arbustivas presentes.

VARIABLES DASMÉTRICAS

- El número de árboles afectados
- Especie de *Pinus* afectado
- El diámetro normal
- La altura total
- El volumen de madera afectado
- Área basal
- Edad de arbolado atacado

VARIABLES DE UBICACIÓN

- Nombre del paraje
- Número de brote
- La altitud
- La ubicación geográfica del brote
- El área infectada de cada brote

LAS VARIABLES FITOSANITARIAS

- La presencia de grumos de resina en el fuste
- Coloración del follaje
- Identificación del insecto descortezador

- La etapa de desarrollo del insecto

5.3. Descortezador de los pinos de montaña (*D. adjunctus*).

El color del insecto adulto es negro o café oscuro, la hembra mide de 3.5 a 7 mm, con 5.4 mm en promedio, es un poco más grande que el macho, el cual mide de 3 a 6.5 mm, con un promedio de 5.2 mm.

Los élitros tienen lados rectos y subparalelos en los tercios basales y son relativamente redondeados en la parte posterior. El declive de los élitros es moderadamente pronunciado y convexo. Una característica distintiva de la especie es la presencia de setas grandes y escasas en el declive elitral que salen de gránulos bien definidos.

El huevecillo es de forma oblonga y de color blanco, mide en promedio 1 mm de longitud por 0.8 mm de ancho. La larva es curculioniforme, con la cabeza bien desarrollada y mandíbulas fuertemente esclerosadas; el cuerpo de la larva es de color blanco cremoso. La pulpa es exarada de color blanco cremoso, con una longitud de 5.1 mm en promedio (Figura 3).

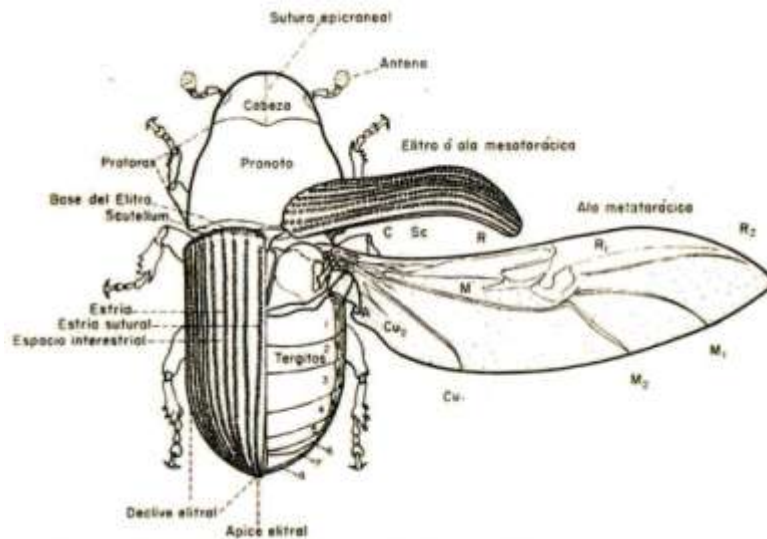


Figura 3. Nomenclatura del aspecto dorsal de *Dendroctonus* (Cibrián *et al.*, 1995)

En Pueblos Mancomunados, Oaxaca, la mejor temporada de acciones de combate y control para de *D. adjunctus* comprende en los meses de enero a abril, tiempo en que el insecto se encuentra en su etapa de larva y pupa, ya que en ese periodo los insectos se encuentran en sus fases juveniles (Figura 4).

ACCIONES DE SANEAMIENTO												
										PERIODO DE MAYOR ATAQUE		
					DISPERSIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE INSECTOS DESCORTEZADORES EN NUEVOS HOSPEDANTES Y OVIPOSICIÓN							
E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
EDOS DE DESARROLLO: LARVAS DE 2°, 3° y 4° INSTAR			PUPAS							EDOS DE DESARROLLO: LARVAS DE 1° y 2° INSTAR		
					PREIMAGOS Y NUEVOS ADULTOS							

Figura 4. Ciclo biológico del insecto descortezador *D. adjunctus* en Pueblos Mancomunados, Oaxaca.

5.4. Descortezador de los pinos mexicanos (*D. mexicanus*).

Los adultos varían en tamaño de 2.3 a 4.5 mm de longitud (figura 6) con promedio de 3.3 mm; es decir, son más pequeños que *D. adjunctus*. La coloración del adulto es café muy oscura, casi negra. La frente 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 del declive son de más de dos tamaños y son moderadamente abundantes; las setas sirven para diferenciar a esta especie de *D. frontalis*.

El huevecillo es ovalado de color blanco cremoso, mide 1 mm de longitud. La larva presenta la cabeza bien esclerosada con un aparato bucal de tipo masticador; su cuerpo es cilíndrico, ápodo, de color blanco cremoso, con setas pequeñas casi no visible. Las pupas son de tipo exarada, de color blanco cremoso en el inicio, después cambian a una coloración café.

5.5. Escarabajo suriano (*D. frontalis*)

La longitud del adulto varía de 2.2 a 3.2 mm (figura 5); es más pequeño que *D. adjunctus* y *D. mexicanus*. De color café oscuro casi negro, aunque los preimagos son café claro. 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 abundantes de dos clases de tamaño. El huevo es ovalado, de coloración blanco, de 1.5 mm de largo por 1 mm de ancho. La larva es subcilíndrica, ápoda, blanco-cremoso, tiene forma de C, con la cabeza esclerosada y un aparato bucal bien desarrollado. La larva madura mide de 5 a 7 mm de longitud. La pupa es de color blanco cremoso, 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.

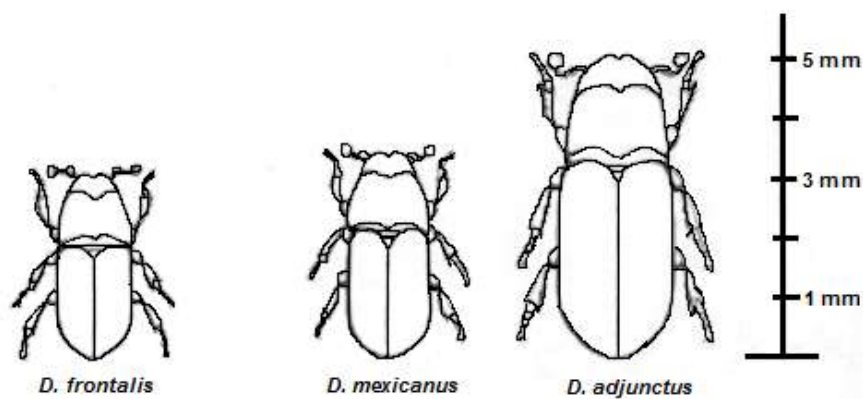


Figura 5. Forma y proporción del tamaño de las tres especies primarias del género *Dendroctonus* (adaptado de Cibrián *et al.*, 1995)

5.6. Clave de identificación de insectos descortezadores del género *Dendroctonus*.

Para los estados del sur de México, se tienen registros de cinco especies de *Dendroctonus adjunctus* *D. frontalis*, *D. mexicanus*, *D. valens* y *D. approximatus*, siendo las dos primeras especies los de mayor importancia económica. En seguida se presenta una clave para la identificación de insectos descortezadores del género *Dendroctonus* para la parte sur de México (Adaptada de Cibrián *et al.* 1995).

A. El cuerpo del insecto adulto es de color café-rojizo, tamaño grande, mayor de 5.7 mm. Ataca a arboles moribundos, recién cortados o tocones. El primer segmento del mazo antenal es del mismo color que los demás. En promedio la longitud del cuerpo mide 7.3 mm. *Dendroctonus Valens*.

B. El cuerpo es de color oscuro, casi negro, tamaño variable desde 2.2 hasta 7 mm de longitud.

B.1. Declive elitral con setas de dos tamaños. La longitud del cuerpo es entre 2.2 y 3.2 mm, con promedio de 2.8 mm..... *Dendroctonus frontalis*.

B.2. Declive elitral con setas de dos tamaños. La longitud del cuerpo es entre 2.3 y 4.5 mm, con promedio de 3.3 mm..... *Dendroctonus mexicanus*

B.3. Declive elitral con setas grandes y escasas, que sale del montículos, la longitud del cuerpo entre 2.9 y 6.6 mm con promedio de 5.4 mm.....*Dendroctonus adjunctus*.

B.4. Declive elitral con setas abundantes (figura 3) y no salen de montículos, la mitad basal del pronoto más ancha, con los lados no paralelos, callo pronotal evidente, la frente del macho con tubérculos grandes, longitud del cuerpo entre 4.9 y 6.3 mm con promedio de 5.5 m.....*Dendroctonus approximatus*.

5.7 Índice de riesgo o peligrosidad de la plaga

Un sistema de clasificación del riesgo es una herramienta de apoyo a las decisiones específicas que se utiliza para identificar aquellos rodales en el paisaje que tienen mayor riesgo de pérdida de madera como resultado de infestaciones de insectos descortezadores (Shore *et al.*, 2006).

Algunos autores (Fettig *et al.*, 2007) han sugerido que la utilización de modelos de riesgo y susceptibilidad de rodales, proveen predicciones adecuadas que deberían ser desarrollados bajo condiciones específicas del sitio o región.

Debido al aumento constante de las infestaciones por insectos descortezadores en bosque de pino, actualmente se presenta en varios pinos entre la masa forestal y a distancias que suelen quedar, la mayor parte entre 5 y más de 300 metros de su lugar de emergencia; si bien la mayoría suele quedar a poca distancia, en las generaciones siguientes el brote original se amplía y de manera progresiva; sin embargo, cuando la zona plagada ya es grande, el ataque sucede en un frente casi continuo.

Shore y Safranyik (1992; 2006) presentan la metodología para determinar el Índice de Riesgo del Rodal (IRR) o Peligrosidad de la Plaga, el cual está conformado por dos factores, a su vez por dos índices, el Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR) y el Índice de Presión del Insecto (B), los cuales se describen a continuación

5.7.1 Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR)

El índice de susceptibilidad para cualquier rodal se basa en la medición de cuatro variables: abundancia relativa del área basal de la especie de pino susceptible en el rodal, edad de los pinos dominantes y codominantes vivos, la densidad del rodal, y la localización (latitud, longitud, y altitud) del rodal.

La expresión matemática para calcular el Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR) es:

$$\text{ISR} = P \times A \times D \times L$$

Donde:

P = porcentaje de área basal de la especie de pino susceptible

A = factor edad

D = factor densidad

L = factor localización

Porcentaje de área basal de la especie de pino susceptible (P)

El porcentaje de área basal de pino susceptible (P) no cambia del sistema original y se calcula como:

$$P = \frac{(\text{área basal promedio por ha de pino} \geq 7.5 \text{ cm dap}) \times 100}{(\text{área basal promedio por ha de todas las especies} \geq 7.5 \text{ cm dap})}$$

Donde d_{ap} es el diámetro normal ó diámetro a la altura del pecho

Factor edad (A)

El factor edad (A) es una variable categórica clasificada en clases de edad como sigue:

Cuadro 1. Determinación del factor edad (A) en ISR Shore y Safranyik (1992).

Si el promedio de edad de los pinos dominantes o codominantes es:	Entonces el factor edad (A) es:
Menor que o igual a 60 años	0.1
Entre 61-80 años	0.6
Mayor de 80 años	1.0

El valor del factor edad tomando del Cuadro 1, es remplazo por una serie de ecuaciones que resultan en una función continua la cual previene saltos en los valores de los límites de clases (Cuadro 2).

Cuadro 2. Determinación del factor edad (A) usando funciones continuas

Si el promedio de edad de los pinos dominantes o codominantes es:	Entonces el factor edad (A) es:
40-80 años	$0.1+0.1 ((\text{edad}-40)/10)^{1.585}$
81-120 años	1.0
121-510 años	$1.0-0.05((\text{edad}-120)/20)$
Menor de 40 o mayor de 510	0.1

Factor densidad (D)

El factor densidad es una variable clasificada de acuerdo al número de especies por hectárea de todas las especies mayores o iguales a 7.5 cm de diámetro.

Cuadro 3. Determinación del factor de densidad (D)

Si la densidad del rodal, en tallos por ha (de todas las especies ≥ 7.5 cm dap) es:	Entonces el factor de densidad (D) es:
Menor que o igual a 250	0.1
251-750	0.5
751-1500	1.0
1501-2000	0.8
2001-2500	0.5
Mayor que 2500	0.1

Como se hizo con el factor edad, el factor densidad se calcula usando una serie de ecuaciones que resultan en una función continua que prevendrá brincos en valores en los límites de clases (Cuadro 4).

Cuadro 4. Determinación del factor densidad (D) utilizando funciones continuas.

Si la densidad del rodal en tallos por ha (tph) de todas las especies ≥ 7.5 cm dap es:	Entonces el factor de densidad (D) es:
Menor que o igual a 650	$0.0824 (tph/250)^{2.0}$
Entre 650-750	$1.0-0.7 (3-tph/250)^{0.5}$
Entre 751-1500	1.0
Mayor que 1500	$1.0/(0.9+(0.1e^{(0.4796(tph/250-6))}))$

Tph = Número total de árboles

Factor de localización (L)

El factor de localización (L) se mantiene sin cambios a partir del sistema original. Existen tres posibles factores de localización (1.0, 0.7, y 0.3). Para determinar el factor de localización para un rodal en particular, primero se determina un parámetro (Y) a partir de la siguiente ecuación:

$$Y = (24.4 \text{ longitud}) - (121.9 \text{ latitud}) - (\text{altitud (m)}) + (4545.1)$$

El factor de localización es entonces determinado a partir del valor de Y, usando valores del Cuadro 5.

Cuadro 5. Valores del factor de localización.

Si Y es:	Entonces el factor de localización (L) es
Mayor que o igual a 0	1.0
Entre 0 y -500	0.7
Menor que -500	0.3

Una vez que las variables P, A, D, y L son determinadas para un rodal, el Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR) es calculando como el producto de los cuadros $IDR = P \times A \times D \times L$

5.7.2 Determinación del índice de presión del insecto descortezador

La presión del descortezador está relacionada con el tamaño de la población de los insectos descortezadores y la distancia al rodal que está siendo valorada. Para determinar el índice de presión del insecto (B), se aplica la función continua contenida en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Función continua actualmente utilizada para determinar el índice de presión de insecto (B) a partir del tamaño de la infestación (determinada a partir del Cuadro 6) y la distancia entre el rodal a ser valorado y el brote más cercano de la infestación del descortezador.

Tamaño relativo de la infestación	Distancia más cercana a la infestación del descortezador (km)	
	0-4.5	4.5+
Pequeño	$0.582 - (0.123 \times D)$	0.03
Mediano	$0.803 - (0.163 \times D)$	0.06
Grande	$1.003 - (0.209 \times D)$	0.07

5.7.3 Cálculo del índice de riesgo o peligrosidad de la plaga

El índice de riesgo del rodal (IRR) se calcula como sigue:

$$\text{IRR} = 2.74 (\text{ISR}^{1.77} e^{-0.0177 \text{ISR}}) (\text{B}^{2.78} e^{-2.78 \text{B}})$$

Donde: e = la base de los logaritmos naturales = 2.718

B = índice de presión del descortezador

ISR = índice de susceptibilidad del rodal

5.8. Ejemplo del cálculo del índice de susceptibilidad del rodal (ISR).

En un bosque templado de la comunidad de Pueblos Mancomunados Oaxaca, con 24 rodales mezclados de *Pinus rudis*, *P. patula* y *P. pseudostrobus*, se encontró 480 brotes infestados de descortezadores. Para ello se procedió a calcular el Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR), el Índice de presión del Presión del Insecto Descortezador y el Índice de Riesgo del Rodal, de acuerdo a la metodología de Shore y Safranyik (1991; 2006).

5.8.1 Índice de Susceptibilidad del Rodal (ISR)

Se determinó el porcentaje de área basal (AB) de la especie de pino susceptible, el factor edad, el factor de densidad y el factor de localización, cuadros 7 y 8, a partir de los cuales originó el ISR y que aparece en el cuadro 9.

Para conocer el AB de todas las especies por ha, se levantaron 6 conglomerados equivalente a 24 sitios de muestreo de 400 m² en tres condiciones diferentes de vegetación; para la primera condición con vegetación dominante de *Pinus rudis* el AB promedio fue de 46.78 m²/ha, para la segunda condición con vegetación dominante de *P. pseudostrobus* el AB fue de 44.21 m²/ha y para la tercera condición con vegetación dominante de *P. patula* fue de 44.74 m²/ha. Dichos valores se utilizaron para calcular el porcentaje de área basal de la especie de pino susceptible (P).

Dentro de los 24 rodales evaluados aparecen dos rodales como valores más elevados de 30 y 29 y aparecen cinco rodales con los valores más bajos, entre 5.6 y 10.8 El índice de susceptibilidad del rodal puede variar en un rango de 0 a 100, el valor más alto indica el rodal con la mayor susceptibilidad.

Cuadro 7. Relación de rodales y valores dasométricos para cada uno de ellos

Rodal	Número de brotes	Número de árboles por brote	Área basal (m ² /brote)	Volumen (m ³ /brote)	T/brote (ha)	Especie Dominante
Tarajeas	19	13	0.62	6.83	0.03	<i>Pinus rudis</i>
Ojo de Agua	13	12	0.78	8.78	0.04	<i>P. rudis</i>
La Tadhina	26	12	0.69	8.48	0.04	<i>P. rudis</i>
Agua Escondida	8	20	1.50	18.97	0.09	<i>P. rudis</i>
Peña de Flor	20	15	0.99	13.16	0.06	<i>P. rudis</i>
Siempre Viva	26	30	2.50	33.11	0.16	<i>P. patula</i>
Las Gallinetas	12	31	2.32	31.28	0.15	<i>P. pseudostrobus</i>
La Colorada	32	21	2.35	32.97	0.16	<i>P. patula</i>
Llano de Fraile	35	31	1.53	18.89	0.10	<i>P. rudis</i>
Shirayi	18	17	1.62	22.09	0.11	<i>P. rudis</i>
Las Salinas	9	12	1.66	24.08	0.12	<i>P. rudis</i>
Casa de 2 pisos	67	24	1.94	26.75	0.17	<i>P. pseudostrobus</i>
Shinuda	20	22	2.50	34.81	0.22	<i>P. patula</i>
La Nevería	38	21	1.50	19.81	0.16	<i>P. rudis</i>
Shotoba	9	18	1.43	15.33	0.19	<i>P. pseudostrobus</i>
El Berro	29	15	0.93	11.09	0.15	<i>P. rudis</i>
El Manantial	22	13	1.18	15.57	0.19	<i>P. patula</i>
La Nopalera	16	18	1.43	19.91	0.25	<i>P. rudis</i>
El Portillo	30	21	1.52	20.01	0.30	<i>P. patula</i>
El Poleo	2	5	0.87	10.19	0.18	<i>P. pseudostrobus</i>
Shiyatini	6	12	0.86	10.61	0.18	<i>P. rudis</i>
Cruz de Carpintero	6	18	1.65	21.48	0.28	<i>P. rudis</i>
La Sepultura	12	19	1.14	13.39	0.26	<i>P. pseudostrobus</i>
Subida de Zorra	5	9	0.87	11.51	0.22	<i>P. rudis</i>

Nota: Todos los resultados del número de árboles por brote, área basal por brote y el tamaño del brote en hectárea son valores en promedio obtenidos por el total de brotes encontrados en cada rodal.

Cuadro 8. Datos de localización de los rodales evaluados

Rodal	Coordenadas Geográficas	Altitud (msnm)	Número de Árboles por ha.	Área Basal por ha.	Volumen de árboles por ha.
Tarajeas	17°09'35" N 96°27'47" W	2940	427	21.14	231.83
Ojo de Agua	17°08'28" N 96°26'49" W	3100	314	20.29	228.37
La Tadhina	17°08'26" N 96°26'30" W	3160	316	18.41	224.92
Agua Escondida	17°07'40" N 96°27'15" W	3220	219	16.69	210.80
Peña de Flor	17°08'29" N 96°26'10" W	2960	251	16.01	212.32
Siempre Viva	17°10'28" N 96°27'51" W	2820	184	15.62	206.92
Las Gallinetas	17°08'22" N 96°30'25" W	2920	205	15.33	206.22
La Colorada	17°09'09" N 96°28'14" W	3020	129	14.71	206.03
Llano de Fraile	17°10'03" N 96°27'31" W	2960	295	14.68	181.65
Shirayi	17°08'23" N 96°28'47" W	3260	157	14.54	197.80
Las Salinas	17°10'03" N 96°24'35" W	2820	109	14.35	208.39
Casa de 2 pisos	17°10'04" N 96°26'25" W	2500	144	11.59	159.89
Shinuda	17°10'55" N 96°27'17" W	2940	98	11.29	157.50
La Nevería	17°08'27" N 96°25'52" W	2700	129	9.37	123.62
Shotoba	17°08'51" N 96°30'53" W	2780	94	7.55	81.15
El Berro	17°09'35" N 96°25'51" W	2980	106	6.39	75.86
El Manantial	17°08'04" N 96°25'51" W	2700	67	6.07	80.03
La Nopalera	17°09'03" N 96°27'06" W	2940	70	5.63	78.28
El Portillo	17°10'25" N 96°28'18" W	2780	71	5.09	67.06
El Poleo	17°08'47" N 96°26'14" W	3000	29	4.96	58.20
Shiyatini	17°09'26" N 96°25'0.9" W	3300	65	4.75	58.95
Cruz de Carpintero	17°09'12" N 96°27'10" W	3180	66	5.95	77.17
La Sepultura	17°13'40" N 96°29'30" W	2560	72	4.36	51.19
Subida de Zorra	17°08'23" N 96°27'10" W	3120	40	3.94	51.86

Nota: Los resultados del número de árboles por ha, área basal por ha y el volumen por ha se obtuvieron a partir de la tabla 8.

Cuadro 9. Valores del índice de susceptibilidad (ISR) de los rodales

Rodal	Porcentaje de AB (P)	Factor Edad (A)	Factor Densidad (D)	Factor Localización (L)	ISR
Tarajeas	45.18	0.6	1	1	30.29
Ojo de Agua	43.38	0.6	1	1	29.09
La Tadhina	39.34	0.6	1	1	26.38
Agua Escondida	35.67	0.6	1	1	23.92
Peña de Flor	34.22	0.6	1	1	22.95
Siempre Viva	34.91	0.6	1	1	23.41
Las Gallinetas	34.67	0.6	1	1	23.25
La Colorada	32.87	0.6	1	1	22.04
Llano de Fraile	31.37	0.6	1	1	21.04
Shirayi	31.07	0.6	1	1	20.84
Las Salinas	30.68	0.6	1	1	20.57
Casa de 2 pisos	26.21	0.6	1	1	21.72
Shinuda	25.23	0.6	1	1	16.92
La Nevería	20.02	0.6	1	1	13.42
Shotoba	16.14	0.6	1	1	10.83
El Berro	13.65	0.6	1	1	9.57
El Manantial	13.56	0.6	1	1	8.69
La Nopalera	12.02	0.6	1	1	8.06
El Portillo	10.88	0.6	1	1	7.30
El Poleo	11.2	0.6	1	1	7.53
Shiyatini	10.15	0.6	1	1	6.81
Cruz de Carpintero	12.7	0.6	1	1	6.70
La Sepultura	9.86	0.6	1	1	6.62
Subida de Zorra	8.42	0.6	1	1	5.65

5.8.2 Índice de presión del Presión del Insecto Descortezador

Con base en las estadísticas del número de árboles infestados fuera del rodal a menos de 3 km entre 900 a 9000 y un número de árboles infestados dentro del rodal entre 10 a 100, se determinó un tamaño relativo mediano de las infestaciones de descortezadores.

Considerando que la distancia entre brotes más cercano están a menos de 4.5 km, se consideró la función $0.803 - (0.163 \times D)$ por lo que el resultado es de 0.46 para todas las rodales.

5.8.3 Índice de Riesgo o peligrosidad de la plaga

Con la integración del Índice de Susceptibilidad del Rodal y del Índice de Presión del Insecto, se puede determinar el Índice de Riesgo del Rodal, a través de la siguiente función $IRR = 2.74 (ISR^{1.77} e^{-0.0177ISR}) (B^{2.78} e^{-2.78 B})$.

Cuadro 10. Valores del Índice de Riesgo del Rodal

Rodal	Índice de Riesgo del Rodal
Tarajeas	22
Ojo de Agua	20
La Tadhina	18
Agua Escondida	16
Peña de Flor	15
Siempre Viva	15
Las Gallinetas	15
La Colorada	14
Llano de Fraile	13
Shirayi	13
Las Salinas	13
Casa de 2 pisos	14
Shinuda	10
La Nevería	7
Shotoba	5
El Berro	4
El Manantial	3
La Nopalera	3
El Portillo	3
El Poleo	3
Shiyatini	2
Cruz de Carpintero	2
La Sepultura	2
Subida de Zorra	2

Como resultado final se concluye que existen dos rodales que representan los valores más altos, Tarajeas con un IRR= 22 y Ojo de agua con un IRR= 20, lo anterior significa que estos son los rodales con mayores riegos y a los que hay que darles atención prioritaria.

6. ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO JUSTIFICATIVO

Este informe debe elaborarse de acuerdo con las instrucciones establecidas en el artículo 147 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, antes de iniciar cualquier acción de combate de la plaga, debe ser realizado por la Comisión Nacional Forestal con base en la información contenida en los avisos de ocurrencia de brotes, la cual deberá ser cotejada en seguida mediante inspecciones y acopio de información complementaria. Sin embargo en la realidad lo hace el técnico forestal responsable de la comunidad

El informe técnico que elabore la Comisión contendrá como mínimo los siguientes datos:

- Nombre, denominación o razón social y domicilios de los propietarios o poseedores de los predios afectados;
- Denominación y ubicación de los predios objeto del saneamiento;
- Superficie afectada, superficie a tratar, así como el volumen afectado por especie, paraje y brote;
- Especies de las plagas o enfermedades;
- Especies hospedantes, con porcentaje de afectación por especie;
- Porcentaje actual de las diferentes etapas de desarrollo del insecto;
- Metodologías de control y combate susceptibles de ser empleadas;

- Calendario de aplicación de cada uno de los tratamientos de combate y control;
- Plano con la ubicación de los parajes y brotes;
- Actividades para restaurar las áreas sujetas a saneamiento, y
- Responsable técnico que haya elaborado el informe.



Figura 6. Ubicación geográfica de los brotes Pueblos Mancomunados, Oax, como un ejemplo de la información útil para planeación de acciones de combate.

7. NOTIFICACIONES PARA EL SANEAMIENTO

Una notificación para saneamiento en términos simples es simultáneamente una orden y autorización oficial para la ejecución de varias acciones programadas. En este sentido y con base en el cumplimiento del artículo 148 del reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la SEMARNAT notifica a las personas a que se refiere el artículo 121 de la LGDFS para que realicen los trabajos de sanidad correspondientes. La SEMARNAT hace la notificación mediante un oficio a los dueños o propietarios del bosque con problemas fitosanitarios.

La notificación expedida por la delegación federal de la SEMARNAT tiene como puntos relevantes los siguientes:

- Nombre del predio a sanear
- Ubicación
- Superficie afectada (ha)
- Superficie a tratar (ha)
- Volumen (m³)
- Especie de la plaga o enfermedad
- Especie hospedante
- Tratamientos
- Periodo de vigencia de la notificación

8. CUMPLIMIENTO DE LA NOTIFICACIÓN

Para el cumplimiento al artículo 149 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable las personas notificadas tendrán un plazo máximo de cinco días hábiles para iniciar los trabajos de saneamiento forestal, contados a partir de que surta efecto la notificación.

En caso de que por cualquier causa no se inicien los trabajos en el plazo indicado en el párrafo anterior, la CONAFOR realizará los trabajos correspondientes con cargo a los obligados.

Es importante atender al periodo de vigencia de la notificación ya que es el periodo autorizado para su ejecución. En caso de requerir mayor tiempo se deberá solicitar a la SEMARNAT con la justificación técnica.

- Descripción de los tratamientos. Los tratamientos recomendados en la notificación están hechos en base al estado de desarrollo del insecto o sea considerando la etapa de desarrollo de la plaga en el momento de la expedición de documento, tratamientos especificados en la NOM-019-SEMARNAT-2006.
- Vigencia de la notificación
- Ubicación geográfica de los brotes
- Lineamientos técnicos para la realización de los trabajos de saneamiento

- Código de identificación forestal para las remisiones forestales para la legal procedencia de las materias primas resultantes del saneamiento.
- Recomendaciones para llevar el control de los trabajos de saneamiento.

9. ACTIVIDADES DE COMBATE Y CONTROL

Para la aplicación de un método es indispensable conocer la etapa de desarrollo del insecto en ese momento y definir cuáles son los siguientes métodos a aplicar. Los métodos usados tradicionalmente en la mayoría de las comunidades forestales de Oaxaca han mostrado buena efectividad en el combate del insecto cuando se aplican a tiempo; Además los métodos empleados han sido socialmente aceptados y han mostrado ser compatible con las condiciones ambientales. Sin embargo la aplicación de los métodos en Oaxaca no se ha efectuado en la oportunidad y calidad apropiada por lo que no se ha garantizado el éxito o la efectividad del saneamiento y mucho menos el control de las poblaciones naturales de los insectos descortezadores.

Los métodos utilizados tradicionalmente en base a la Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2006, se describen a continuación.

1. Métodos físico-mecánico

a) *Derribo y abandono*. Se usará cuando la plaga se encuentre en las etapas de larva, es decir cuando los árboles están recién plagados. Los árboles se reconocen porque presentan follaje color rojizo y tienen a la población de insectos en la corteza externa. Se derriban los árboles y se dejan a la intemperie para que las condiciones ambientales (lluvia, sol, humedad y temperatura) provoquen la muerte de la plaga. En este mismo tratamiento se puede realizar el “arropado” del tronco con ramas y hojas del mismo pino, para propiciar condiciones micro-climáticas que favorezcan el desarrollo de enemigos naturales de esta plaga, como *Temnochila spp* y *Enoclerus spp* y de insectos competidores como *Ips bonansea*. También se recomienda que la troza se disponga longitudinalmente con orientación norte-sur y se asegura que reciban la luz directa del sol durante la mayor parte del día, de ser posible, a los 15 días, se recomienda girar 180 grados a las trozas infestadas, con ello se logra exponer la parte inferior de la troza, aquí se hace actuar al calor solar y la desecación para matar a las larvas subcorticales. Con este método la trocería permanecerá en el área de corta entre 3 y 4 semanas y posteriormente será extraída.

b) *Derribo y descortezado*. Esta práctica causa la muerte de los insectos con mayor rapidez que el puro derribo, se recomienda usar cuando la plaga se encuentre en las etapas de pupa y preadulto, es decir cuando los árboles fueron atacados con meses de anterioridad, en estas etapas el insecto está a punto de volar, lo

que lo convierte en un peligro real, por lo que los árboles se derribarán, se descortezarán y la corteza se enterrarán, la quema se realizará si las condiciones ambientales lo permiten, y con el mayor cuidado posible. La restricción más importante, consiste en que sólo se puede aplicar por única vez cada año. Una ventaja es que la trocería descortezada se puede trasladar de inmediato para su utilización. Cuando se requiera hacer el saneamiento y estén presentes los adultos que puedan emerger de las cortezas removidas, se recomienda la incineración de dichas cortezas. Lo anterior genera riesgos de provocar incendios forestales (figura 7), por lo que se debe hacer con los cuidados respectivos.



Figura 7. Uso adecuado del fuego, Pueblos Mancomunados, Oaxaca

c) *Método de derribo y extracción inmediata.* Para controlar la plaga de descortezadores, se sugiere el método de cortar y aprovechar sobre otras opciones de control. Con esta táctica se

les da uso a los árboles infestados y se les elimina del bosque, permitiendo cierto retorno económico al propietario. Aquí se recomienda aunque los brotes estén aislados, pensando inicialmente en aquellas áreas que cuentan con acceso.

Consiste en el derribo, seccionado o troceo del fuste, es opcional de acuerdo al sistema de extracción. El fuste debe ser extraído de los terrenos forestales, y tener control sobre los residuos, no dejar evidencia de daños.

d) *Derribo, troceo, descortezado y aplicación de insecticidas.* Esta opción es la más cara y la ecológicamente menos aceptable. Se aplicará solo en casos excepcionales, en los que sea necesario realizar el combate del descortezador en tiempos en que no se puedan aplicar los métodos anteriores, en los que no se pueda garantizar su combate efectivo por la etapa de desarrollo del insecto. Este tratamiento con insecticida se realizará inmediatamente después del derribo y descortezado, la aplicación del insecticida se dirigirá preferentemente hacia la corteza removida. Este método tiene varias desventajas una de ellas es que se corre el riesgo de matar a los enemigos naturales del insecto descortezador.

10. IMPACTOS AMBIENTALES

10.1. Identificación de impactos ambientales

Los bosques templados de México y particularmente las coníferas, están siendo infestadas por brotes de insectos descortezadores (*Dendroctonus spp.*). Desde el punto de vista ecológico esta condición está poniendo en peligro el equilibrio y por lo tanto la sustentabilidad en muchas regiones del país y desde el punto de vista económico, el ataque de estas plagas resulta de gran importancia por la muerte del arbolado y la reducción de la calidad de la madera (figura 8); provocando una disminución en el valor de la misma, por el manchado.

Los impactos negativos generados por el ataque de los insectos descortezadores podrían resumirse en los siguientes:

- Pérdida de vegetación. En este apartado se deberá cuantificar las hectáreas afectadas.
- Deterioro de la cantidad y calidad del agua. La deforestación de grandes áreas implica efectos negativos como la disminución del agua entre otras cosas.
- Pérdida de refugio para la fauna
- Pérdida de especies vegetales.
- Pérdida de la productividad del suelo.
- Suelos erosionados
- Cambio de uso del suelo.

- Inadecuada disposición final de los residuos generados durante el saneamiento
- Pérdida de servicios ambientales prestados por los bosques en general.



Figura 8. Pérdida de vegetación, Pueblos Mancomunados, Oaxaca

10.2. Mitigación de impactos ambientales

Estas medidas tienen como finalidad evitar o disminuir los efectos adversos del ataque de la plaga o del combate y control de la misma.

- Recuperar la vegetación perdida mediante la reforestación artificial inmediata al saneamiento, o a más tardar en el próximo ciclo de lluvias.
- Realizar obras o prácticas de conservación y restauración del suelo (figura 9).



Figura 9. Control de desperdicios, Pueblos Mancomunados, Oaxaca

10.3. Acciones preventivas

Monitoreo para la prevención de infestaciones o reinfestaciones

El monitoreo será una actividad puntual de vigilancia y requiere de minuciosidad por parte del técnico forestal además de precisión en la información que trasmite a las instancias que la procesan. Las plagas no esperan a ser encontradas, se desarrollan cuando las condiciones les son favorables, por ello no se debe desestimar la oportunidad de levantar y transmitir información cuando se detecten brotes en cualquiera de sus etapas de desarrollo.

Las pérdidas que originan las plagas no atendidas con oportunidad son ampliamente conocidos en todo el país, esto nos recuerda la necesidad de mantener un sistema de alerta para intervenir oportunamente cuando se presente una alta incidencia de brotes de plaga. El procedimiento más sencillo de monitoreo es la

detección visual de daños. La sintomatología de un ataque de descortezadores ya se trató en el punto de “características del arbolado afectado”.

Otras acciones preventivas contra la plaga y los impactos derivados de su combate incluyen:

- Proteger la reforestación mediante un manejo silvícola
- Apertura brechas corta fuego
- Control de desperdicios
- Aplicar derribo direccional
- Planificar los carriles de arrime

11. INFORME FINAL DE SANEAMIENTO

Al término del saneamiento será entregado a la SEMARNAT, con copia a la CONAFOR, el informe final validado mediante la firma del titular y responsable del informe técnico dentro de los quince días hábiles siguientes al vencimiento de la notificación, el cual incluirá mínimamente lo siguiente:

- Denominación del predio
- Número y fecha del oficio de notificación, así como el nombre del titular
- Número de árboles marcados y saneados por paraje, por categoría diamétrica y alturas, especies hospedantes y hospedero
- Avance en el cumplimiento de cada uno de los lineamientos técnicos señalados en la notificación
- La situación antes y después del saneamiento
- Volumen en metros cúbicos del área afectada

12. ACTIVIDADES DE RESTAURACIÓN

Necesariamente tendrá que integrarse y ponerse en operación un Programa de Restauración para las áreas saneadas. La Misión del programa será restaurar y conservar el patrimonio natural de la región, zona o comunidad a través de las acciones de recuperación de la vegetación y la conservación del suelo forestal en las áreas afectadas por el gusano descortezador de los pinos. La Visión del programa es articular y consolidar un sistema con cobertura regional para la Restauración y diversas modalidades de conservación que sea representativo, sistémico, funcional, participativo, subsidiario y efectivo.

El Programa de Restauración y Manejo es el instrumento que determina la planificación y normatividad que rige la recuperación de cualquier área natural siniestrada; estableciendo criterios y acciones de conservación, rehabilitación y restauración, para este caso de bosque y suelo, a través de un conjunto de acciones específicas, bajo la premisa del Desarrollo Sustentable y de la participación de los distintos sectores que tienen interés sobre los recursos naturales.

Se deberán restaurar las áreas intervenidas con las siguientes acciones:

- Aplicación de las medidas de mitigación de impactos
- Recolección de semilla
- Producción de planta
- Reforestación con especies nativas del lugar
- Protección de la reforestación

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La efectividad de cualquier método de combate de los descortezadores, está en función directa de la oportunidad de su aplicación. Esta oportunidad solo puede establecerse a través de un conocimiento previo de los ciclos biológicos, se deben seguir estudiando por ser variables en diferentes localidades y dentro de la misma localidad a lo largo del año.
- Se ha limitado el uso de algunos métodos de combate del descortezador como el de aplicación de insecticida, debido a su alto costo económico y ambiental.
- El manejo del bosque, combinado con la detección temprana de brotes de plaga y la intervención oportuna para su control es la llave del éxito en el manejo de las plagas forestales.
- El monitoreo de plagas, es una actividad puntual de vigilancia que requiere ser constante.
- Se deben combatir las causas que originan el debilitamiento de los bosques naturales, a fin de evitar que los ataques de descortezadores se establezcan y se desarrollen.
- Se recomienda ampliamente para el control y combate de plagas, el uso debidamente controlado del fuego. Siendo el método de derribo, descortezado y quema de corteza el más efectivo.
- Considerar el cambio climático como factor en la proliferación de las plagas y enfermedades forestales.
- Mantener el bosque bajo manejo silvícola, para evitar la propagación de la plaga de descortezadores.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Castellanos-Bolaños, J. F., E. O. Ruiz-Martínez, M. Gómez-Cárdenas, A. Plancarte-Barrera, J. Hernández-Hernández. 2010. Fundamentos Técnicos para el Control de Insectos Descortezadores de Pinos en Oaxaca. Folleto No. 14. INIFAP. CIRPAS. Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca. México. 35 p.
- Cibrián, T. D., J. Méndez M., R. Campos B., H.O. Yates III y J. Flores L. 1995. Insectos Forestales de México/Forest Insects of Mexico. Universidad Autónoma Chapingo, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, United States Department of Agriculture, Natural Resources Canada y Comisión Forestal de América del Norte. 455 p.
- Diario Oficial de la Federación. México. 25 de febrero del 2003. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 76 pp.
- Diario Oficial de la Federación. México. 21 de febrero del 2005. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. 33-39 pp.
- Diario Oficial de la Federación. México. 5 de enero de 1994. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Ley Federal de Sanidad Vegetal. 36 pp.
- Diario Oficial de la Federación. México. 28 de enero de 1988. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. 114 pp.
- Diario Oficial de la Federación. México. 28 de enero de 1988. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. 19 pp.
- Diario Oficial de la Federación. México. 23 de Julio de 2008. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2006, Que establece los lineamientos técnicos de los métodos para el combate y control de insectos descortezadores
- Diario Oficial de la Federación. México. 2 de marzo de 1999. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales

- (SEMARNAT). Norma Oficial Mexicana NOM-015-SEMARNAT/SAGARPA-2007, Que establece las especificaciones técnicas de métodos de uso del fuego en los terrenos forestales y en los terrenos de uso agropecuario. 72 pp.
- FAO. 2007. Overview of forest pests Mexico. Forest Health and Biosecurity Working Papers. Forestry Department. Working Paper FBS/24E. Rome, Italy. 25 p.
- Fettig, C. J., Klepzig, K. D., Billings, R. F., Munson, A. S., Nebeker, T. E., Negrón, J. F., and Nowak, J. T. 2007. The effectiveness of vegetation management practices for prevention and control of bark beetles infestations in the coniferous forests of the western and southern United States. *Forest Ecology and Management* 238: 24-53.
- Islas- Salas, f. 1979. Estudio y combate del *Dendroctonus frontalis* zim., en los estados de Guerrero y Oaxaca, Mex. En: 1ª reunión sobre plagas y enfermedades forestales. Publicación especial no. 32 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México D.F pp. 45-48.
- Martínez-González, F. 1979. Evaluación de la Situación Sanitaria Forestal. 1ª reunión sobre plagas y enfermedades forestales. Publicación especial no. 32 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. SARH. México D.F pp. 15.
- Salinas-Moreno Y., A. C. F Ager, Vargas, J.L. Hayes, G. Zúñiga. 2010. Determining the vulnerability of Mexican pine forests to bark beetles of the genus *Dendroctonus* Erichson (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Forest Ecology and Management* 260: 52–61.
- Salinas-Moreno, Y., G. Mendoza Correa, M. A. Barrios, R. Cisneros, J. Macías-Sámano y G. Zúñiga. 2004. Areography of the genus *Dendroctonus* (Coleoptera: Curculionidae) in Mexico. *Journal of Biogeography*. 31:1163-1177.
- Sánchez S., J. A. y Torres E., L. M. 2004. Manejo del descortezar *Dendroctonus pseudotsugae* Hopkins en los bosques de Coahuila. Campo Experimental Saltillo. Folleto Técnico Núm. 15. Coahuila, México. 23 p.
- SEMARNAT-CONAFOR. 2007. Programa Estratégico Forestal del Estado del Estado Oaxaca 2007-2030. 250 p.
- Shore, T.L.; Safranyik L. 1992. Susceptibility and risk rating systems for the mountain pine beetle in lodgepole pine

stands. Forestry Canada, Pacific and Yukon Region, Information Report BC-X 336. 12 p.

Shore, T.L., Riel, B.G., Safranyik, L., and Fall, A. 2006. Decision support systems. In *The mountain pine beetle: a synthesis of biology, management, and impacts in lodgepole pine*. Edited by L. Safranyik and B. Wilson. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Pacific Forestry Center, Victoria, B.C. pp. 193–229.

Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca

Personal investigador

Nombre	Programa de Investigación
Dr. José Rafael Contreras Hinojosa	Manejo Integral de Cuencas
Dr. Martín Gómez Cárdenas	Plantaciones y Sistemas Agroforestales
Dr. Sergio Iván Román Ponce	Leche
MC. Ernesto Bravo Mosqueda	Sanidad Forestal y Agrícola
MC. Flavio Aragón Cuevas	Recursos Genéticos: Forestales, Agrícolas, Pecuarias y Microbianos.
MC. Leodegario Osorio Alcalá	Trigo y Avena
MC. Manuel Enrique Ovando Cruz	Frutales
MC. Porfirio Simón López López	Sanidad Forestal y Agrícola
MC. Rafael Rodríguez Hernández	Socio-Economía
MC. Horacio Espinoza Paz	Bioenergía
MC. Fernando Edgar Martínez Silva	Pastizales y Cultivos Forrajeros
I.A.Z. Fernando Romero Santillán	Becario
Ing. Finlandia Barbosa Moreno	Becario
Lic. Verónica Mariles Flores	Becario

Edición

Dr. Juan Francisco Castellanos Bolaños

Fotografía

Dr. Juan Francisco Castellanos Bolaños

Revisión Técnica

Grupo Científico-Técnico del CE Valles Centrales de Oaxaca

Presidente:

MC: Rafael Rodríguez Hernández

Secretario:

MC. Porfirio Simón López López

Vocales:

Dr. José Rafael Contreras Hinojosa

MC. Ernesto Bravo Mosqueda

MC. Leodegario Osorio Alcalá

Comité Editorial del CIRPAS

Presidente:

Dr. René Camacho Castro

Secretario:

Dr. Juan Francisco Castellanos Bolaños

Vocales:

Dr. Pedro Cadena Iñiguez

Dr. Sergio Iván Román Ponce

MC. Marino González Camarillo

Dr. Guillermo López Guillén

Dr. Leonardo Hernández Aragón

Código INIFAP

MX-0-310606-13-07-32-09-40

Esta publicación se terminó de imprimir en mayo de 2013 en los talleres de Diseño Gráfico Editorial, Camino Nacional No. 61 Santa María El Tule, Oaxaca, México. CP. 68297

Su tiraje constó de 500 ejemplares

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



La presente publicación constituye un producto del proyecto CONAFOR-CO2-2010-148329 "Modelos de la dinámica de perturbaciones en bosques de pino provocadas por insectos descortezadores en el sur de México", del fondo sectorial CONACYT-CONAFOR.

Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca
Melchor Ocampo No.7
Santo Domingo Barrio Bajo, Etlá, Oaxaca, México
C.P. 68200 Teléfono (951) 521-5502

www.inifap.gob.mx
castellanos.juan@inifap.com