

**Legislation and regulations for pest control in
Natural Protected Areas in Mexico: challenge for the
conservation of ecosystems**

**Legislación y normatividad para el control de
plagas en Áreas Naturales Protegidas
en México: reto para la conservación
de los ecosistemas**

Victor Javier Arriola Padilla^{1*}, Rosalía Domínguez Vieyra²,
Ramiro Pérez Miranda¹, Oscar Trejo Ramírez³

Resumen

México posee grandes extensiones de bosque bajo manejo y tiene una significativa porción de áreas naturales protegidas (ANP) para conservar su biodiversidad. No obstante, el problema en común es la sanidad forestal, ya que factores bióticos y abióticos afectan a los árboles. En el presente estudio se muestra información sobre legislación y normatividad vigente, con énfasis en el control de plagas en ANP. Se incluye información contenida en los programas de manejo (PM) referente al control de plagas en las Reservas de las Biosferas Sierra Gorda de Querétaro y Mariposa Monarca, y de los Parques Nacionales El Chico e Iztaccíhuatl Popocatepetl. Se consideró primordial, que, con los elementos expuestos en la legislación y normatividad mexicana, se espera que los responsables de las ANP coadyuven a la solución de la problemática de las plagas y cumplan con los objetivos por los que fueron creadas.

Palabras clave: *Arceuthobium*. *Dendroctonus*. Ley. Plan de Manejo. Reserva.

¹Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. Av. Progreso 5, alcaldía de Coyoacán, Col. Barrio de Sta. Catarina, C. P. 04010.

² Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. Cuauhtémoc Oriente No. 34, Col. Cuauhtémoc, Zitácuaro, Michoacán. C.P. 61504.

³ Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Progreso número 3, Colonia Del Carmen, alcaldía de Coyoacán, C.P. 04110, Ciudad de México

*Autor de correspondencia: arriola.victor@inifap.gob.mx

Abstract

Mexico has large areas of forest under management and has a significant portion of natural protected areas (NPAs) to conserve its biodiversity. However, the common problem is forest health, since biotic and abiotic factors affect the trees. This study shows information on current legislation and regulations, with emphasis on pest control in NPAs. It includes information contained in the management programs (PM) referring to the control of plagues in the Reserves of the Biosphere Sierra Gorda of Querétaro and Monarch Butterfly, and of the National Parks El Chico and Iztaccihuatl Popocatepetl. It was considered essential that, with the elements exposed in the Mexican legislation and regulations, those responsible for the NPA contribute to the solution of the pest and comply with the objectives for which they were created.

Key words: *Arceuthobium*. *Dendroctonus*. Law. Management Plan. Reserve.

Antecedentes

Los principales objetivos de las ANP es la protección y conservación de los recursos naturales *in situ* y de su biodiversidad (Barzetti, 1993; McNeely *et al.*, 1994). De acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICNC) un área protegida es “un área de tierra y/o mar especialmente dedicada a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos culturales naturales asociados y administrado a través de medios legales u otros medios efectivos (Dudley y Stolto, 2008). Conforme a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) se definen como “Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley” (Semarnat, 2015).

En México, la instancia encargada de la administración de las ANP es la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). Empezó a operar como órgano descentralizado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) el 5 de junio de 2000 (Semarnat, 2018a). La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es la base legal que sustenta a las ANP (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009; Semarnat, 2015)

Por otra parte, los Programas de Manejo (PM) son instrumentos que determinan las estrategias de conservación y uso de las ANP: constituyen la herramienta básica de planeación y para conjuntar los esfuerzos públicos y privados que facilitan la consecución de los objetivos de conservación para los que fueron creadas (Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009; Conanp, 2018).

El objetivo del manuscrito es presentar la legislación y normatividad vigente en México con énfasis en el control de plagas forestales en áreas naturales protegidas. Se analizaron los objetivos, estrategias y acciones para el control de plagas de los PM de las Reservas de la Biosfera Sierra Gorda y Mariposa Monarca, y de los Parques Nacionales El Chico e Iztaccíhuatl Popocatepetl.

Áreas Naturales Protegidas en México

A fines del siglo XIX, en México, el presidente Porfirio Díaz decretó la primera área protegida Monte Vedado del Mineral del Chico, con estatus de protección (De la Maza-Elvira, 1999). Actualmente, la Conanp administra 182 áreas naturales: 44 Reservas de la Biosfera, 67 Parques Nacionales, 40 Áreas de Protección de Flora y Fauna, 18 Santuarios, ocho Áreas de Protección de Recursos Naturales y cinco Monumentos Naturales; en total cubren una superficie de 90 839,521.55 hectáreas (Conanp, 2019).

Los tipos de vegetación predominantes en las ANP son los bosques templados de coníferas, encino, encino-pino y mesófilo de montaña (Tabla I).

Tabla I. Principales tipos de bosques en ANP de México.

Tipo de bosques	Superficie total en México (ha)	Superficie total en ANP (ha)
Coníferas	16 773,050.02	2 061,931.57
Encino y encino pino	15 495,377.55	2 141,107.72
Mesófilo de montaña	1 853,453.15	246,407.60
Total	34 121,880.15	4 449,444.89

Fuente: Conanp, 2016.

Las ANP poseen superficies amplias con una multiplicidad de conflictos en materia de aprovechamiento y protección de la biodiversidad, por lo que es importante establecer estrategias de operación y mecanismos administrativos para optimizar los recursos financieros limitados con que se cuentan, con el propósito de obtener un efecto definido y de magnitud apreciable sobre el uso y conservación de los recursos (Dudley y Stolton, 2008; Bezaury-Creel y Gutiérrez-Carbonell, 2009).

Una de las estrategias es la zonificación, la cual es el proceso práctico para proteger y organizar la superficie terrestre o marítima para establecer los criterios de uso (Segrado, 2010). La LGEEPA (2015) la define como *“el instrumento técnico de planeación que puede ser utilizado en el establecimiento de las áreas naturales protegidas, que permite ordenar su territorio en función del grado de conservación y representatividad de sus ecosistemas, la vocación natural del suelo, de su uso actual y potencial, de conformidad con los objetivos dispuestos en la misma declaratoria”*. En el artículo 47 BIS I, de la misma Ley, se refiere a la zonificación, e indica que se podrán establecer una o más subzonas considerando la Declaratoria.

Legislación y normatividad para el control de plagas en Áreas Naturales en México

De acuerdo con el artículo 47-K de la Ley Federal de Sanidad Vegetal (LFSV) *“La Secretaría (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales promoverán, dentro de sus respectivos ámbitos de competencia y de conformidad con las disposiciones aplicables, la reducción de riesgos de contaminación durante la producción primaria de vegetales, mediante la recolección de envases vacíos que contuvieron plaguicidas, con la finalidad de fortalecer las BPA´s (Buenas Prácticas Agrícolas), proteger los recursos naturales, prevenir riesgos de daño en la salud animal, humana y al medio ambiente”* (SAGARPA, 2017).

En la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (2018), en el artículo 114, párrafo uno se indica que *“Los propietarios y legítimos poseedores de terrenos forestales o temporalmente forestales, los titulares de autorizaciones de aprovechamiento de recursos forestales, los prestadores de servicios forestales responsables de estos, quienes realicen actividades de plantaciones forestales comerciales, de reforestación, y/o los responsables de la administración de las Áreas Naturales Protegidas están obligados a dar aviso de la posible presencia de plagas y enfermedades forestales a la Comisión, la cual elaborará o validará el informe técnico fitosanitario correspondiente”* (Semarnat, 2018b).

En el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024 se establecen cuatro objetivos prioritarios. De acuerdo con el objetivo prioritario 2 *“Impulsar la participación comunitaria en la conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las ANP para mejorar sus medios de vida y reducir su vulnerabilidad”*, la Estrategia prioritaria 2.3. *“Coadyuvar en las medidas para la prevención de contingencias y gestión comunitaria de riesgos en las Áreas Naturales Protegidas y zonas de influencia y promoviendo soluciones naturales basadas en ecosistemas”*, se indica que las contingencias ambientales pueden incluir a los incendios catastróficos, los impactos por huracanes y ciclones, inundaciones, deslizamientos y derrumbes, ocurrencia de brotes de enfermedades forestales y zoonosis, etc. (Conanp, 2020a)

Con respecto a Normas Oficiales Mexicanas para el control de plagas solo se dispone de la NOM-019-SEMARNAT-2017, *Que establece los lineamientos técnicos para la prevención, combate y control de insectos descortezadores*. Para su aplicación en ANP, párrafo 3 página 3, se indica el siguiente objetivo (Semarnat, 2018c):

1. Objetivo y campo de aplicación

Asimismo, para los responsables de la administración de las Áreas Naturales Protegidas (ANP) de competencia de la Federación, en terrenos nacionales puestos a disposición de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas o bien, cuando se trate de predios ubicados en ANP cuyas declaratorias sean de carácter expropiatorio.

Plagas en Áreas Naturales Protegidas.

De acuerdo con García-Valderrama *et al.* (2017) de 40 PM de ANP revisados, solo en 27 incluyen los género o especies de plagas terrestres, de las cuales 57% presentan insectos descortezadores, 23% a polillas y picudos, plantas parásitas y malezas y 7% a hongos. Las especies que más se registran corresponden a los insectos de los géneros *Dendroctonus*, *Scolytus* y *Pseudohylesinus* (Coleoptera: Curculionidae) y a las plantas parásitas *Arceuthobium* y *Phoradendron* (Santalales: Santalaceae).

Por otra parte, se considera que por efectos de cambio climático, se presentará disminución en la precipitación pluvial y aumento en la temperatura media anual, lo que propiciaría incendios forestales más frecuentes, mayor incidencia de plagas y menor recarga de mantos acuíferos (Manzanilla *et al.*, 2018; Morales-Rangel, 2018; Sosa *et al.*, 2018).

Reserva de la Biosfera Sierra Gorda.

En el 2012 se presentó una declaratoria de emergencia sanitaria forestal debido a la afectación de los bosques de pino por escarabajos descortezadores (*Ips spp.* y *Dendroctonus spp.*); en este año se registraron cerca de 3,881 ha afectadas (Figura, 1) (Conanp, 2017). Dado el impacto negativo de este tipo de insectos se han generado diversos estudios sobre sus enemigos naturales, fluctuación poblacional y control (Arriola-Padilla *et al.* 2016; Reséndiz-Martínez *et al.*, 2016; Sánchez-Martínez y Reséndiz-Martínez, 2020).

De acuerdo con el programa de manejo de la reserva, las acciones para el control de plagas se definen en los siguientes capítulos (INE, 1999):

IV. Componentes de manejo

4.2.2 Subcomponente de Manejo

Lograr la conservación de los recursos naturales del área a través de un manejo adecuado de los mismos, es una tarea difícil. Sin embargo, el establecimiento de estrategias dirigidas a lograr la disminución de la presión que se ejerce sobre ellos, así como el establecimiento de criterios, actividades y técnicas de manejo acordes con los objetivos de creación del área, permitirá alcanzar este fin.

Acciones. como la restauración de zonas deterioradas, optimización de los usos de los recursos, aplicación de programas de conservación, rehabilitación, mejoramiento y desarrollo urbano, sumadas a las de prevención y control, de incendios y plagas forestales; se tienen contempladas en este Subcomponente como el medio para alcanzar las metas planteadas.

Objetivo. Establecer estrategias de manejo de los ecosistemas y sus componentes para la conservación.

Capítulo V. De los aprovechamientos

Regla 45. El control de plagas agrícolas que ataquen a la flora y fauna silvestre o doméstica, así como a los bienes de los pobladores, sólo podrá realizarse previa autorización que para tal efecto emita la Secretaría de Ganadería y Desarrollo Rural.



Figura 1. Actividades de saneamiento de la Reserva Biósfera Sierra Gorda en 2014 (Autor: V. Arriola).

Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (RBMM).

Existen diversos factores bióticos que afectan los bosques de la reserva. Los principales organismos que afectan al arbolado son insectos, plantas parásitas y hongos. Las plagas que se presentan en la zona y que periódicamente causan daños de importancia económica y ecológica son el defoliador del oyamel (*Evita hyalinaria blandaria*), los descortezadores de oyamel (*Scolytus mundus* (Figura 2) y *Pseudohylesinus variegatus*) y el muérdago enano o injerto (*Arceuthobium abietis religiosa*) (Tabla 1) (Conanp, 2001; Garduño, 2011).

Tabla I. Plagas registradas en la Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca

Grupo	Orden Género o especie	Familia	Nombre común
	Coleoptera		
	<i>Dendroctonus mexicanus</i> Hopkins 1905	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Dendroctonus adjunctus</i> Blandford 1897	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Dendroctonus parallelicollis</i> Chapuis 1869	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Dendroctonus valens</i> LeConte 1859	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Ips</i> spp	Curculionidae	Descortezador del pino
	<i>Scolytus aztecus</i> Wood 1967	Curculionidae	Descortezador del oyamel
	<i>Scolytus mundus</i> Wood 1968	Curculionidae	Descortezador del oyamel
	<i>Pseudohylesinus variegatus</i> (Blandford) 1897	Curculionidae	Descortezador del oyamel
Insectos	<i>Pityophthorus blackmani</i> (Schedl, 1935)		
	<i>Conophthorus</i> sp	Curculionidae	Barrenador de conos
	Hymenoptera		
	<i>Neodiprion vallicola</i>	Diprionidae	Defoliador de pino
	Lepidoptera		
	<i>Evita hyalinaria blandaria</i> (Dyar, 1916)	Geometridae	Defoliador del oyamel
	<i>Synanthedon cardinalis</i> (Dampf, 1930)	Sessidae	Palomilla resinera
	<i>Eucosma sonomana</i> Kearfott 1907	Tortricidae	Barrenador del pino
	<i>Rhyacionia frustrana</i> (Comstock, 1880)	Tortricidae	Barrenador del pino
	<i>Dioryctria</i> sp.	Piridae	Palomilla de los conos
	Santalales		
	<i>Arceuthobium globosum</i> Hawksw. & Wiens 1965	Santalaceae	Muérdago enano
Plantas parásitas	<i>Arceuthobium abietis religiosae</i> Heil 1923	Santalaceae	Muérdago enano, injerto de Oyamel
	<i>Psithacanthus calyculatus</i>	Loranthaceae	Injerto de Huizache
	<i>Psithacanthus</i> spp.	Loranthaceae	Muérdago verdadero
	Hypocreales		
	<i>Fusarium</i> spp.	Nectriaceae	
Hongos	Pucciniales		
	<i>Cronarthium ribicola</i> A. Dietr. 1856	Cronartiaceae	Royas de pino
	<i>Fomes annosus</i> (= <i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref. 18889)	Polyporaceae	

Fuente: Conanp, 2001; Conanp, 2020b; Garduño, 2011.

El objetivo, estrategias y acciones para el programa de sanidad forestal se presentan en la Tabla II, los cuales se incluyen en el numeral 5.2.4 Subcomponente manejo y aprovechamiento de los bosques de oyamel (*Abies religiosa* Kunth Schltldl. et Cham.) del programa de manejo de la Reserva de La Biosfera Mariposa Monarca (Conanp, 2001).

Tabla II. Programa de sanidad forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.

Programa	Sanidad Forestal
Objetivo	<i>Emitir un diagnóstico del daño actual y potencial de los sitios con presencia de plagas y elaborar un programa de manejo y control de plagas para la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca.</i>
Estrategias	<ul style="list-style-type: none"> • Mecanismos de coordinación con instancias que puedan hacer las evaluaciones de la existencia y condición de las plagas. • Generación de un programa permanente de identificación de plagas que haga más eficiente el control de estas. • Determinación del programa fitosanitario en las zonas de protección.
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • Estimación y delimitación de las áreas afectadas. • Estimación de la proporción de árboles sanos contra dañados e identificar aquellos en los que el daño está relacionado por agentes abióticos, por plagas o por otras enfermedades. • Ponderación mediante un sistema de gradación el estado de afección del árbol lo cual complementaría de manera útil el diagnóstico de la infección detectado. • Identificación y clasificación de las posibles plagas de insectos, hongos y plantas parásitas. • Determinación de las medidas de control más adecuadas, tanto en la zona núcleo como en la de amortiguamiento, que eviten en lo posible la propagación de alguna plaga.

Fuente: Conanp, 2001.

Asimismo, en el Subcomponente inventario de flora y fauna hacen preciso contar con la identificación de las especies consideradas como plagas.

Los años más críticos por la afectación de insectos descortezadores en el estado de Michoacán fueron 2009 y 2013 (Tabla III), en el que se tienen el mayor volumen de madera extraída por saneamiento, y lo cual coincide con los años más secos reportados durante este periodo (Carranza, 2012).

Con el propósito de garantizar el buen estado de salud del bosque en la RBMM, hábitat de hibernación de la mariposa Monarca, en 2008 se desarrolló la estrategia de coordinación institucional para la atención de plagas y enfermedades forestales, donde participa personal técnico de la Semarnat, Conafor, Protectora de Bosques (Probosque) del Estado de México, Comisión Forestal del estado de Michoacán (Cofom), prestadores de servicios técnicos forestales (PSTF), núcleos agrarios y la Dirección de la RBMM.

De acuerdo con en el Plan de acción para la Conservación de la Mariposa Monarca en México 2018/2024, en su programa de investigación y monitoreo cuyo objetivo es “*Fomentar la investigación científica y monitoreo de temas prioritarios que apoyen la toma de decisiones para la conservación del fenómeno migratorio de la Mariposa Monarca*”, se deberá determinar el ciclo biológico de *Scolytus*

sp., insecto primario, y evaluar la abundancia y el efecto del descortezador *Pseudohylesinus* sp., considerado como secundario (Semarnat y Conanp, 2018).



Figura 2. *Scolytus mundus*, plaga de oyamel (*Abies religiosa*) en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca (Autor: V. Arriola).

A través del trabajo coordinado se ha logrado atender de manera oportuna durante el periodo del 2008 al 2020 un total de 147 notificaciones de saneamiento forestal mismas que amparan la extracción de 62,375.43 m³ de madera plagada en una superficie de 528.02 hectáreas de los cuales 46,559.81 m³ corresponden a la zona núcleo y 15,335.62 m³ a la zona de amortiguamiento (Tabla III). Ello ha permitido mantener bajo control las poblaciones de insectos descortezadores en los bosques de oyamel y pino. Además del beneficio ambiental que se genera, los ejidos y comunidades se han visto beneficiadas por la venta del producto plagado el cual se estima en 93,563,145.00 (Noventa y tres millones quinientos sesenta y tres mil ciento cuarenta y cinco pesos 00/100 M.N.).

La afectación de los insectos descortezadores, actualmente no es solo en la superficie de la zona núcleo, en los dos últimos años, se han presentado ataques de insectos en la zona de amortiguamiento de la Reserva, en estas últimas con permiso de aprovechamiento forestal maderable en ejecución.

Para la atención oportuna de los brotes de plaga, la Dirección de la RBMM desarrolló en el 2013 el Protocolo de Sanidad Forestal con el cual se disminuye el tiempo de 60 días (Figura 3) a 16 (Figura 4) para la entrega de las autorizaciones correspondientes por parte de la Semarnat (a partir de julio de 2018 a cargo de la Conafor). Fue avalado en el 2010 por los Comités Técnicos de Sanidad Forestal del Estado de Michoacán y el Estado de México. La coordinación entre las instancias del sector ambiental y los representantes de los núcleos agrarios afectados, es el elemento fundamental

para que este proceso sea funcional.

Con el establecimiento del Protocolo se ha disminuido de manera importante el tiempo de trámite para la atención de los brotes de plagas y enfermedades forestales. Como resultado de estas acciones, se ha reducido el volumen de madera plagada y superficie en hectáreas afectadas

Tabla III. Volumen de madera extraída de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca por actividades de saneamiento (2008-2020).

año	zona núcleo	zona de amortiguamiento	volumen total
2008	3,549.09	1,379.56	4,928.65
2009	10,806.64	69.73	10,876.37
2010	630.37	0	630.37
2011	3,810.84	2,826.22	6,637.06
2012	6,086.96	1,217.46	7,304.42
2013	6,862.67	3,041.22	9,903.89
2014	699.99	0	699.99
2015	3,858.04	228.93	4,086.97
2016	0.00	212.86	212.86
2017	4,216.16	839.165	5,055.32
2018	1,488.29	994.596	2,482.88
2019	3,049.32	3063.668	6,112.99
2020*	1,500.82	1942.833	3443.65
Total	46,559.18	15,816.24	62,375.43

*al 30 de julio del 2020 (Fuente: elaboración propia)

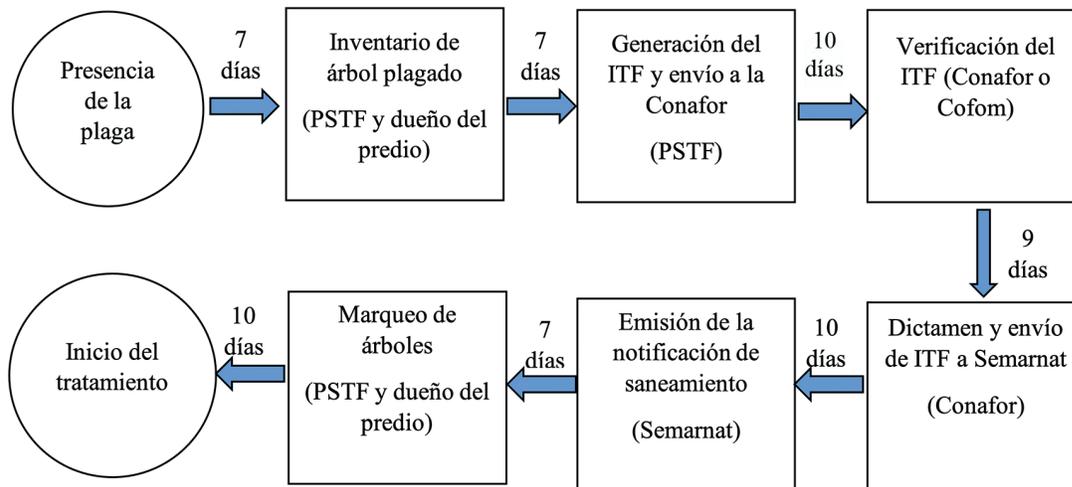


Figura 3. Diagrama de flujo para el proceso de saneamiento en 60 días naturales.
 PSTF: Prestadores de Servicios Técnicos Forestales
 ITF: Informe Técnico Fitosanitario

en 50% en comparación con los años anteriores.

Actualmente, todos los brotes de plagas que se identifican en la RBMM son atendidos por personal de esta Dirección; el procedimiento es hacer un recorrido por la zona y, en coordinación con los responsables técnicos, se realiza el inventario forestal de arbolado plagado por paraje, por zona y con coordenadas; los árboles que se ingresan al inventario son examinados por personal de

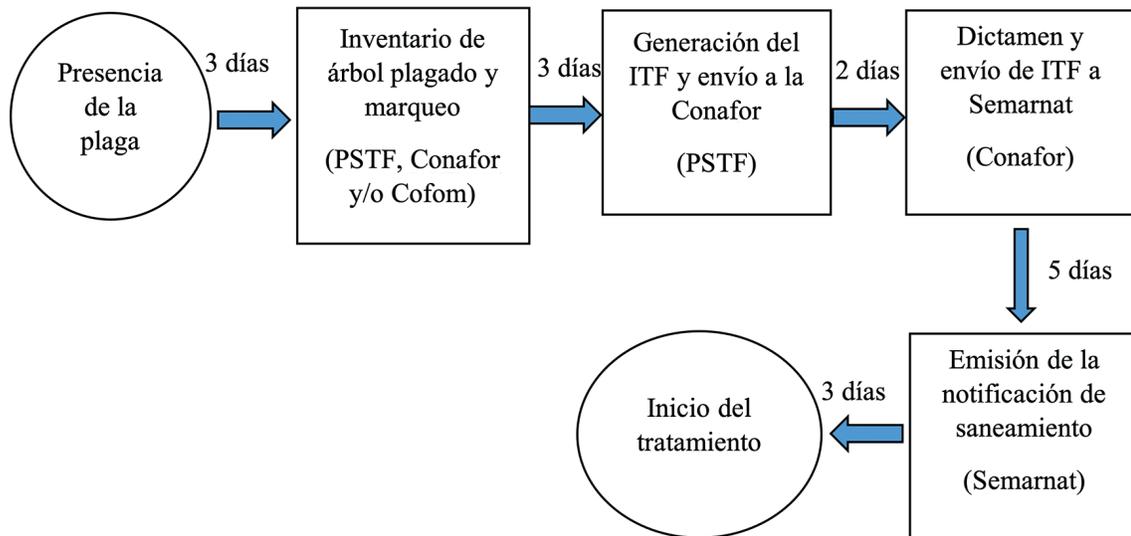


Figura 4. Diagrama de flujo para el proceso de saneamiento en 16 días naturales.

la Reserva y el responsable técnico se enfoca a lo que se indica en campo.

Como parte del protocolo de sanidad forestal, la Conafor, al revisar el trámite, se cerciorará que el mismo contenga la minuta de campo emitida por la Dirección de la Reserva, la cual avala la información plasmada en el informe técnico, inmediatamente le da trámite para que se emita la notificación correspondiente; si no fuera el caso, el proceso se detiene, hasta que la Conanp otorga el visto bueno, ello trae como consecuencia pérdida de tiempo en el proceso y en campo avance de la plaga.

Para la detección de plagas en bosque de oyamel, como herramienta se ha propuesto el uso de fotografías aéreas infrarroja en la Reserva (Leautaud y López-García, 2017).

Parque Nacional El Chico.

Los insectos descortezadores son un problema serio en los bosques de oyamel (*Abies religiosa*) en el Parque. Las principales especies son: *Scolytus mundus*, *Pseudohylesinus variegatus* y *Pityophthorus blackmanii* Bright 1977 (Conanp, 2005). Dentro de su PM considera las metas y resultados esperados

para el control de plagas en los componentes de “Protección contra especies invasoras y control de especies nocivas” y Fomento a la Investigación y Generación de Conocimiento (Tabla IV).

De acuerdo con la Conanp (2005), a la mayor parte de los árboles secos ubicados en el parque (30.75%) se le atribuye al ataque por descortezadores, principalmente en aquellos cercanos a los afloramientos rocosos y donde existe el pastoreo intenso y tala clandestina.

Tabla IV. Componentes del programa de manejo del Parque Nacional El Chico para el control de plagas.

Componentes	Protección contra especies invasoras y control de especies nocivas	Fomento a la Investigación y Generación de Conocimiento.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> Prevenir la introducción de especies exóticas al Parque Nacional, mediante la ejecución de un programa de control, inspección y educación a los usuarios. Eliminar poblaciones de especies nocivas y exóticas mediante la ejecución de programas de control y/o erradicación. 	<p>Vincular el Parque Nacional con instituciones y universidades para la realización de investigación básica y aplicada sobre las características, funcionamiento y la conservación de los ecosistemas, que aporten información para su manejo.</p>
Actividad	<p>Controlando y combatiendo las poblaciones de especies nocivas</p>	<p>Establecimiento de líneas prioritarias de investigación y coordinación académica</p>
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> Elaborar un diagnóstico fitozoosanitario para evaluar la presencia de plagas y enfermedades que en un futuro se pudieran convertir en amenaza. Definir los métodos adecuados para el control de estas especies, evitando el impacto ecológico Elaborar y ejecutar un programa de control de especies nocivas adecuado a las necesidades del área en coordinación con las autoridades competentes 	<p>Implementar líneas de investigación acerca del control biológico de plagas forestales</p>

Fuente: Conanp, 2005

Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatépetl.

Las principales plagas que afectan los bosques de pino son las plantas parásitas del género *Arceuthobium*, las cuales se han expandido rápidamente en los últimos años (Queijeiro-Bolaños, et al. 2013; Queijeiro-Bolaños y Cano-Santana, 2015), y los insectos descortezadores (*Dendroctonus*) (Semarnat, 2013) (Figura 5).

En el componente “Protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales” se definen los objetivos, actividades y acciones (Tabla V). En las metas y resultados esperados se espera contar, en el mediano plazo, con un sistema de determinación y monitoreo sobre plagas y enfermedades. (Semarnat, 2013).



Figura 5. Bosques de pino afectados por *Dendroctonus adjunctus* en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl (Autor: V. Arriola).

Tabla V. Componente del programa de manejo de protección en el Parque Nacional Iztaccíhuatl-Popocatepetl.

Componente	Protección contra especies exóticas invasoras y control de especies y poblaciones que se tornen perjudiciales
Objetivo específico	Controlar las poblaciones que se tornen perjudiciales y exóticas invasoras mediante la implementación de acciones de prevención, detección y erradicación.
Actividad	Prevenir, controlar y erradicar la introducción de especies exóticas y especies que se tornen perjudiciales en el Parque Nacional.
Acciones	<ul style="list-style-type: none"> • En coordinación con las dependencias competentes elaborar y operar un programa de determinación, monitoreo, prevención, control o erradicación de especies exóticas, invasoras que se tornen perjudiciales en el Parque Nacional. • Continuar con la expulsión del ganado vacuno mediante la construcción de trampas; el diálogo con los ganaderos y la búsqueda de opciones para estabular el ganado en la zona de influencia. • En coordinación con las dependencias competentes elaborar y operar el programa para la determinación, monitoreo, prevención, control y saneamiento de plagas y enfermedades.

Fuente: Semarnat, 2013.

Discusión académica

Con la legislación y normatividad presente, el personal responsable de las ANP, así como los propietarios de los terrenos forestales, cuentan con los elementos legislativos y normativos para

prevenir o controlar las plagas que se presenten en las zonas; sin embargo, deberán establecer acciones que les permitan evaluar los alcances para cumplir con los objetivos por las que fueron creadas.

Particularmente en la RBMM, al considerar la legislación actual para atender los brotes de plagas forestales en los bosques mexicanos (LGDFS, LGEEPA, Programa de Manejo de la RBMM y la Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2017) acertada, siempre y cuando estos procesos se realicen conforme lo establecido por el marco normativo y en los tiempos requeridos

Un aspecto a tomar en cuenta para el control de plagas en ANP es la actualización de los programas de manejo, se considera importante incluir la legislación vigente, acciones de control consideradas en la normatividad e incorporar resultados de investigaciones recientes con la finalidad de tener bases para el manejo de las especies que causen problemas en los ecosistemas de las ANP.

Asimismo, se deberá evaluar la efectividad de los PM con resultados obtenidos de las actividades para el control de plagas para determinar su funcionalidad.

La principal actividad para la prevención y control de plagas es el establecimiento de un sistema de monitoreo periódico, así como de sus antagonistas presentes en el área; además, se debe conocer los límites permisibles de infestación dentro del área sin que esta se vea afectada en su composición (FAO, 2012).

De acuerdo con Errejón *et al.* (2019) en el Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2014-2018, el indicador cinco mide el número de ANP que realizan acciones de monitoreo, prevención, control y saneamiento, así como de recuperación de las superficies que se encuentran afectadas con plagas y enfermedades forestales. Sólo en 52 áreas, de 182, se realizaron estas acciones en el 2014, y para el 2016 esta cantidad disminuyó a sólo 42; alejándose así de su meta al 2018, donde se contemplaba que 70 % de las ANP de México contaran con operaciones de este tipo. Por lo anterior se debe retomar estas medidas para evitar en un futuro la proliferación de plagas.

García-Valderrama *et al.* (2017) indican que en la RBMM es un área que mayor número de plagas registra en su PM; mientras que, 37% de las ANP solo registra una en su programa de manejo. Esto se puede deber a diversos factores como disponibilidad de recursos para investigación, impacto social, aportaciones económicas de instancias no gubernamentales para su conservación y relevancia nacional e internacional.

La principal plaga registrada en las ANP son los insectos descortezadores. De acuerdo con la NOM-019-SEMARNAT-2017, es obligación de los responsables de las ANP que sigan los

lineamientos técnicos para su control (Semarnat, 2017). Cabe señalar que el aviso de presencia de plaga, integrado con un informe técnico fitosanitario (ITF), debe ser informado a la Comisión Nacional Forestal, quien a su vez emitirá la notificación de saneamiento.

Consideraciones finales y perspectivas

Un ejemplo a tomar en cuenta para el manejo de plagas son las acciones que se realizan en la RBMM. Si bien existen restricciones en algunas zonas y básicamente en la superficie delimitada como zona núcleo, donde no se permite el Aprovechamiento Forestal Maderable a través de Programas de Manejo Forestal; sin embargo, dada la necesidad de atención de la misma, se han realizado actividades de saneamiento forestal en apego a lo estipulado en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas, Programa de Manejo de la RBMM y a la Norma Oficial Mexicana NOM- 019-SEMARNAT-2017.

La afectación por insectos descortezadores principalmente en Oyamel, ha sido un gran reto, ya que con anterioridad al año 2008, no se atendían estos problemas en la zona núcleo de la Reserva (subzona de protección y uso restringido) la cual abarca una superficie de 13,551-55-20.445 ha, considerando que, en esta, no se permite el aprovechamiento forestal maderable, como tal. Sin embargo, al revisar el Programa de Manejo del Área, en el apartado 6. Zonificación; 6.3. Zonas de Manejo; 6.3.1. Zonas Núcleo, se admite realizar manejo sanitario del bosque; pero, en el componente de subzonificación, la zona núcleo está conformada por dos subzonas: la de protección y la de uso restringido, en la que se estipula en el apartado 6.3.2.6. Matriz de Zonificación, que solamente en la subzona de protección, se permite realizar saneamiento forestal; excluyendo para ello los polígonos de la subzona de uso restringido, que en caso de que se presente un brote activo (grupo de tres o más árboles en una superficie de 1,000 m²) se atiende.

Por lo antes expuesto, a través de una serie de reuniones y trabajo coordinado con personal de la Semarnat, Conafor, Cofom, Prestadores de Servicios Técnicos, algunos representantes de las Organizaciones de la Sociedad Civil, así como representantes legales de los núcleos agrarios de los predios afectados por plagas forestales, mismos que se encargan en la verificación de la presencia de la plaga, se ha iniciado con este proceso de atención, pese a muchos inconvenientes, negación, notas amarillistas, críticas y opiniones de algunos ambientalistas, se dio seguimiento y no se bajó la guardia, el objetivo fue claro y el mismo se logró en su momento.

Estas decisiones tomadas en su momento, fueron de suma importancia para iniciar con la atención de la sanidad y poco a poco ayudar al bosque a revertir la problemática, que por sí sola, sería complicado resolver o subsanar.

Realizar este control sanitario en los bosques de la zona núcleo de la Reserva, actualmente ha permitido que no se magnifique el problema, pues finalmente es lo que se busca con la aplicación del tratamiento fitosanitario (5: Lineamientos Técnicos para el control y combate de insectos descortezadores, numeral 5.5 y 5.9 de la NOM-019-SEMARNAT-2017). Para el caso en particular de la ANP, se recomienda que el método de control y combate de los insectos descortezadores sea a través del método físico-mecánico (que implica el derribo, troceo, descortezado y enterrado o quemado de la corteza en las zonas de trabajo); el tema central es reducir las poblaciones de insectos descortezadores en la zona, aunque no todo se le atribuye a los insectos, ellos finalmente llegan a los árboles que presentan algún declive por otras situaciones como: rayos, afectación de las ramas principales (punta) por fuertes ráfagas de viento, sequía extrema y otras realizadas por el hombre, destacando la tala clandestina, incendios forestales y el cinchando o daño con maquinaria pesada (grúas).

Atender este tema, tiene un componente de constante aprendizaje, y que gracias a que se han realizado estos trabajos anuales en la zona núcleo de la Reserva, cada vez son menos los predios afectados, menos superficie y menos árboles derribados y tratados. La clave está en no permitir que el problema avance, ya que el aumento de la temperatura y la falta de humedad en los sitios hace más vulnerables los bosques de Oyamel y por ello la proliferación de las plagas aumenta, pero de no atenderse, favorecería que grandes extensiones de bosque se perdieran.

Así es que, decir que la falta de manejo de los bosques, no necesariamente es la causa de la proliferación de las plagas, existen diversos puntos de vista y situaciones que dan lugar a que estos insectos aumenten sus poblaciones y afecten de manera considerable los bosques, y esto es un claro ejemplo en otros sitios fuera de la RBMM y como experiencia están las zonas de influencia de la propia Reserva, donde la Conanp pierde su jurisdicción.

Los predios no son atendidos, por diferencias de límites entre núcleos agrarios; los grupos organizados atribuibles a la delincuencia que no permiten en algunas zonas el ingreso de personal técnico de las instancias responsables; el trámite ante Conafor es tardado; no existe verificación de campo por ninguna instancia durante el inventario, el marqueo y la aplicación del tratamiento y finalmente ello repercute en el aumento de las poblaciones de insectos en las zonas, aunado a que en la mayoría de la superficie que está en la zona de influencia de la Reserva son ataques de insectos descortezadores de Pino en bosques de Pino y bosques de Pino-Encino.

La coordinación interinstitucional, en el caso en particular de la RBMM es base de los resultados obtenidos en la Zona, la disposición y atención oportuna de las instancias, permite que los procesos sean rápidos y claros. Tampoco ha sido fácil, ya que los ejidatarios y comuneros aún se resisten al método que se aplica, ya que para ellos es más fácil derribar y extraer sin tener que hacer el descortezado y enterrado de la corteza. Sin embargo, pese a todos estos inconvenientes los procesos se llevan a cabo con la activa participación de sus dueños.

Finalmente se considera importante la elaboración de normas oficiales mexicana para el control de otro tipo de plagas, como por ejemplo de plantas parásitas, las cuales son consideradas el segundo factor biológico de deterioro de los ecosistemas forestales de las ANP. Con ello se establecerán los lineamientos y se homogenizarán criterios para su control y manejo.

Agradecimientos

A Felipe Martínez Meza, Director de la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca por la información proporcionada para elaborar la tabla III, por otorgar antecedentes sobre la problemática de plagas en la zona y compartir sus experiencias al respecto. A Arnulfo Ruíz González, Dirección de Sanidad Forestal, Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales, por sus comentarios y sugerencias al manuscrito. A la Mta. María Teresa Valdivia Alvarado y a los dos revisores anónimos por sus comentarios y sugerencias para mejorar el manuscrito.

Literatura citada

- Arriola-Padilla, V. J., J. Rentería-Bailón, A. R. Gijón-Hernández, L. Ramírez-Huerta, M. E. Romero-Sánchez. 2016. *Evaluación de Trichoderma sp., como agente de control biológico de Dendroctonus spp. (Curculionidae: Scolytinae) en la Sierra Gorda de Querétaro, México*. Entomología mexicana 3:239-243.
- Barzetti, V. 1993. *Parques y progreso: áreas protegidas y desarrollo económico en America Latina y el Caribe*. Gland, Suiza: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN)-Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Washington, D. C. USA. 258 pp.
- Bezaury-Creel, J, y D. Gutiérrez-Carbonell. 2009. Áreas naturales protegidas y desarrollo social en México. pp. 385-431. En: Dirzo, R., R. González e I. J. March (Comps.). Capital Natural

- de México, Volumen II. Estado de conservación y tendencias de cambio. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D. F. 821 pp.
- Carranza, J. 2012. *Protocolo para el monitoreo de la zona núcleo reserva de la biosfera "Mariposa Monarca, México*. Trabajo Fin de Máster. Universidad Complutense de Madrid. España. 44 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2001. *Programa de Manejo. Reserva Biosfera Mariposa Monarca*. México, D. F. México. 138 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2005. *Programa de conservación y manejo. Parque Nacional El Chico*. México, D. F. México. 236 pp.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2016. Las áreas Naturales Protegidas de México, resguardan 13 por ciento de bosques del país. Consultado: 17-05-2020. En: <https://www.gob.mx/conanp/prensa/las-areas-naturales-protegidas-de-mexico-resguardan-13-por-ciento-de-bosques-del-pais-24265>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2017. *Monitoreo para el control integral de descortezadores en la Reserva de la Biósfera Sierra Gorda, Querétaro*. Consultado: 26-07-2020. En: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/monitoreo-para-el-control-integral-de-descortezadores-en-la-reserva-de-la-biosfera-sierra-gorda-de-queretaro>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2018. Programas de manejo de las Áreas Naturales Protegidas de México. Consultado: 28-06-2020. En: <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/programas-de-manejo-de-las-areas-naturales-protegidas-de-mexico>
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2019. Áreas Naturales Protegidas Decretadas. Consultado: 11-01-2020. En: http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/datos_anp.htm
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2020a. Programa Nacional de Áreas Naturales Protegidas 2020-2024. Programa Institucional. Consultado: 20-09-2020. En: <https://www.gob.mx/conanp/documentos/programa-nacional-de-areas-naturales-protegidas-2020-2024>
- De la Maza-Elvira, R. 1999. *Una historia de las áreas naturales protegidas en México*. pp. 15-68. En: Secretaria de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca e Instituto Nacional de Ecología (SEMARNAP-INE) (Eds.). Programa agua, medio ambiente y sociedad. Gaceta Ecológica 51, México. 88 pp.
- Dudley, N., y S. Stolton. 2008. *Defining protected areas: an international conference in Almeria, Spain*. IUNC. Gland, Switzerland. 220 pp.

- Errejón G., J. C., A. Ortega R., y J. Santos Z. 2019. *Programa Nacional para Áreas Naturales Protegidas en México en el periodo 2014-2018: análisis de dos de sus objetivos*. *Sociedad y ambiente* 21: 33-51.
- García-Valderrama, L. A., V. J. Arriola-Padilla, S. N. Muñoz-Belmont, R. Pérez-Miranda, M. E. Romero-Sánchez y A. Ortega-Rubio. 2017. *Plagas en áreas naturales protegidas de México: control y manejo*. Capítulo VI. pp.127-160. En: Espitia-Moreno, I. C., V. J. Arriola-Padilla y A. Ortega-Rubio (Eds.). *Gestión, manejo y conservación en áreas Naturales Protegidas*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia Michoacán, México. 178 pp.
- Garduño B., N. 2011. *Reserva de la Biósfera Mariposa Monarca en el Estado de México. Diagnóstico Fitosanitario Forestal*. Gobierno del Estado de México. Toluca, México. 91 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 1999. *Programa de Manejo de la Reserva Biosfera Sierra Gorda, México*. México D. F. 172 pp.
- Leautaud V., P. y J. López-García. 2017. *Detección de árboles dañados por plaga en bosques de Abies religiosa en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, mediante fotografías aéreas infrarroja*. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía* 92:116-127.
- Manzanilla Q., U., O. A. Aguirre C., J. Jiménez P., E. J. Treviño G., y J. I. Yerena Y. 2018. *Escenarios de cambio climático (CMIP-5) para tres áreas naturales protegidas en el Eje Neovolcánico Transversal*. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 9(50): 514-537.
- McNeely J.A., J. Harrison y P. Dingwall. 1994. *Protected areas in the modern world*. 1-28 pp.: McNeely J.A., J. Harrison y P. Dingwall (Eds). 1994. *Protecting Nature: Regional Reviews of Protected Areas*. IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 402 pp.
- Morales-Rangel, A., V. H. Cambrón-Sandoval, J. C. Soto-Correa, R. W. Jones y J. A. Obregón-Zúñiga. 2018. *Efecto de la temperatura en poblaciones de Dendroctonus frontalis Zimmerman y Dendroctonus mexicanus Hopkins (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae) bajo un escenario de cambio climático en la Sierra Gorda queretana*. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie)* 34:1-18
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2012. *Buenas prácticas de protección de la sanidad forestal*. 19-44 pp. En: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (Ed.). *Guía para la aplicación de normas sanitarias en el sector forestal*. Roma, Italia. 116 pp.
- Queijeiro-Bolaños, M. E. y Z. Cano-Santana. 2015. *Dinámica temporal de la infestación por muérdago enano (Arceuthobium globosum y A. vaginatum) en Zoquiapan (Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl), México*. *CienciaUAT* 9(2): 6-14

- Queijeiro-Bolaños, M. E., Z. Cano-Santana e I. Castellanos-Vargas. 2013. *Does disturbance determines the prevalence of dwarf mistletoes (Arceuthobium, Setales: Viscaceae) in Central Mexico?* Revista Chilena de Historia Natural 86(2): 181:190
- Reséndiz-Martínez, J. F., B. Torres-Huerta, V. López-Gómez, A. R. Gijón-Hernández y G. Sánchez-Martínez. 2016. *Enemigos naturales de Dendroctonus frontalis Zimmerman, 1868 y Dendroctonus mexicanus Hopkins, 1915 (Coleoptera: Scolytinae), capturados mediante semioquímicos en la Reserva de la Biosfera Sierra Gorda de Querétaro.* Entomología mexicana 3: 626-632
- Sánchez-Martínez, G., y J. F. Reséndiz-Martínez. 2020. *Respuesta de Dendroctonus frontalis Zimmerman y Dendroctonus mexicanus Hopkins a dos atrayentes semioquímicos en la Sierra Gorda de Querétaro, México.* Southwestern Entomologist 45(2): 511-520.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa). 2017. *Ley Federal de Sanidad Vegetal.* Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 37 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2013. *Programa de Manejo. Parque Nacional Iztaccíhuatl Popocatepetl.* México, D. F., México. 185 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2015. *Ley General Del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente.* Diario Oficial de la Federación. México, D. F. México. 128 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018b. *Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.* Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 69 pp.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018a. *Compendio de estadísticas ambientales 2018.* Consultado: 28-01-2020. En: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/compendio_2018/dgeiawf.semarnat.gob.mx_8080/ibi_apps/WFServletbaa5.html
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat). 2018c. *Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEMARNAT-2017, Que establece los lineamientos técnicos para la prevención, combate y control de insectos descortezadores.* Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México, México. 34 pp.
- Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 2018. *Plan de Acción para la Conservación de la Mariposa Monarca en México.* Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de México, México. 99 pp.

Sosa D., L., J. Méndez G., M. A. García A., V. H. Cambrón S., J. A. Villarreal Q., C. G. Ruiz G. y J. C. Montoya J. 2018. *Distribución potencial de barrenadores, defoliadores, descortezadores y muérdagos en bosques de coníferas de México*. Revista mexicana de ciencias forestales 9(47): 187-208.

Cita:

Arriola Padilla V.J., R. Domínguez Vieyra, R. Pérez Miranda y O. Trejo Ramírez. 2020. Legislación y normatividad para el control de plagas en Áreas Naturales Protegidas en México: reto para la conservación de los ecosistemas. *Áreas Naturales Protegidas Scripta*, 2020. Vol. 6 (2): 23-35. <https://doi.org/10.18242/anpscripta.2020.06.06.02.0004>

Sometido: 17 de agosto de 2020

Revisado: 23 de septiembre de 2020

Aceptado: 14 de octubre de 2020

Editora asociada: Dra. Ana Teresa Valdivia Alvarado

Diseño gráfico editorial: Lic. Gerardo Hernández