

Evaluación de daños por patógenos fúngicos en *Pinus* y *Quercus* del Área de Protección de Flora y Fauna “La Primavera” Jalisco, México

Assessment of damage by fungal pathogens in *Pinus* and *Quercus* of Protection Area of Flora and Fauna “Spring” Jalisco, Mexico

Luz Elena Claudio García**, Fidel Góngora Rojas*, Sandra Luz Toledo González**, Román Jaime Granados**, Esteban García Quiñones*

RESUMEN

El Área de Protección de Flora y Fauna “La Primavera” es la masa boscosa con mayor influencia hídrico-ambiental de la zona metropolitana de Guadalajara. En la presente investigación se evaluaron los daños por patógenos fúngicos de *Pinus* y *Quercus*, ya que ambos géneros presentan daños visibles. El 93 % de los árboles están dañados; las enfermedades más frecuentes en *Pinus* son tizón foliar (*Lophodermium* sp.) y royas de las acículas (*Coleosporium* sp.); la especie más afectada es *P. oocarpa* Shiede ex Schldt; en *Quercus* los padecimientos más comunes son manchas foliares (*Pestalotia* sp.), cánceres y tumores en los fustes, siendo la especie más dañada *Q. magnoliifolia* Née. Al tratarse de un área protegida, se recomienda establecer un sistema de monitoreo fitopatológico permanente de las especies ecológicamente importantes para conocer la dinámica de las enfermedades presentes y establecer acciones de manejo fitopatológico apropiadas, ello para contar con garantía con ecosistemas sanos en el área natural protegida.

ABSTRACT

Protection Area of Flora and Fauna “La Primavera” is the most influential forest mass-environmental water in the metropolitan area of Guadalajara. The present study assesses the damage from fungal pathogens of *Pinus* and *Quercus*, as both genders are visibly damaged. 93 % of the trees are damaged; the diseases that are more common in *Pinus* are leaf blight (*Lophodermium* sp.) and rusts of needles (*Coleosporium* sp.); the most affected species is *P. oocarpa* Shiede ex Schldt; in *Quercus* are found leaf spots (*Pestalotia* sp.), cancers and tumors in the shafts -being the most damaged species *Q. magnoliifolia* Née. Being a protected area, it is recommended to establish a permanent monitoring system of phytopathological issues applied to ecologically important species in order to understand the dynamics of these diseases and to establish appropriate phytopathological actions management. The goal is to ensure healthy ecosystems on the protected area.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la conservación de la biodiversidad que sustentan sobre todo las reservas ecológicas forestales es parte central del ambientalismo mundial (Koshland, 1991; Hundt, 1991; SEMARNAT, 2001; Sánchez, 2006; CONAFOR, 2006), ya que dichas áreas son reservorio genético representativo de cada ecosistema y aseguran la continuidad y equilibrio de estos recursos naturales (Sánchez, 2006; FAO, 2007).

México cuenta con una amplia cobertura forestal que abarca el 73 % de la superficie total del país, que cubre una superficie cercana a las 140 000 000 ha y que ocupa el décimo segundo lugar en existencia boscosa del mundo -luego de Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, entre otros (SEMARNAT, 2009). De la misma manera, la zona boscosa mexicana se sitúa en el tercer lugar en América Latina, después de Brasil y Perú (FAO, 2006); cuenta con 154 áreas naturales protegidas que suman 18 700 000 ha (187 000 km², es decir,

Recibido: 6 de febrero de 2011

Aceptado: 7 de mayo de 2012

Artículo basado en las instrucciones para autores vigentes hasta septiembre 2011

Palabras clave:

Tizón foliar; roya; manchas foliares; tumores de los fustes, cánceres.

Keywords:

Leaf blight; rusts; leaf spots; tumors of the shafts; shafts cancers.

* Centro de Estudios Forestales de la Universidad Pinar del Río “Herminio Saiz Montes de Oca”. Calle José Martí n. 270, Pinar del Río, Cuba.

** Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad de Guadalajara. Carretera a Nogales km 15.5, Predio las Agujas, Zapopan, Jalisco, México. Correo electrónico: luzelenaclaudio@gmail.com

el 10 % de su territorio total), del cual 3 596 183 ha son bosques (INEGI, 2000) que representan una estrategia de conservación de los recursos naturales a través de la generación de alternativas y propuestas de manejo. El especial interés fijado en esas zonas forestales es que aportan valores genéticos, ecológicos, geológicos, paisajísticos o ecoturísticos a núcleos urbanos (SEMARNAT, 2000; FAO, 2002; Morales, 2003).

La responsabilidad de garantizar una producción continua de bienes y servicios ambientales derivados de los bosques y salvaguardados en las áreas naturales protegidas requiere de un manejo planificado sustentable (OCDE, 2003; FAO, 2007). Para ello, es necesario conocer todos los factores involucrados en el ecosistema, siendo de los más esenciales los fitosanitarios, ya que los daños que causan pueden ser irreversibles y pasar rápidamente los umbrales ecológicos y económicamente aceptables (SEMARNAT, 2001; Baldini y Pancel, 2002; CONAFOR, 2006).

Entre los años 2001 al 2006, según la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), se tuvieron estimaciones que indican que la superficie deforestada fundamentalmente por incendios, plagas y enfermedades fue de 600 000 ha anuales. Entre los años 1995 y 2000, se perdieron 14 506 ha por falta de manejo, y en el año 2002 se perdieron 6 974 ha a causa de fitopatógenos (SEMARNAT 2000; CONAFORT, 2001).

Según el informe anual del año 1999 del Programa Nacional de Sanidad Forestal, dependiente de la SEMARNAT, en México se conocen más de 200 especies de insectos y patógenos que causan daños de importancia económica y social en los bosques; como resultado de este diagnóstico sanitario nacional, se ha estimado una superficie promedio anual de 17 013 ha de bosque afectadas por plagas (entendiendo por "plagas" el concepto que marca la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés): cualquier especie, raza o biotipo vegetal o animal o agente patógeno dañino para las plantas).

A pesar de los daños por fitopatógenos, en México existen pocos estudios en especies nativas comerciales (Myers *et al.*, 2000): solo se han realizado trabajos de evaluación en Michoacán donde se reportan daños en los bosques comerciales de los géneros *Abies* y *Pinus* ocasionados por hongos, bacterias, plantas parásitas y enfermedades abióticas (Vázquez *et al.*, 2003). En Aguascalientes se han evaluado los daños a las especies de *Quercus* en la Sierra Fría (Romo *et al.*, 2007);

en Guanajuato, en la Sierra de Lobos se realizó un trabajo que incluye la caracterización de los factores de daños en especies de *Quercus* con el fin de contribuir a la determinación de las causas de su muerte (Vázquez *et al.*, 2004). En lo que respecta a las áreas protegidas, es esencial una estrategia para desarrollar ese tipo de estudios en áreas naturales protegidas (Myers *et al.*, 2000); solo se han evaluado las aledañas al valle de México (Cibrián, *et al.*, 2007), quedando la parte occidental de México (entre tales zonas, Jalisco), marginada de estos estudios.

El estado de Jalisco cuenta con 16 áreas naturales protegidas que suman el 2,59 % del territorio del Estado, siendo el Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera" (APFFLP) la más importante para la capital (SEMADES, 2009).

El APFFLP, ubicada a las afueras de la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, México (y objeto de este estudio), es considerada la primer reserva ecológica del Estado y presenta una influencia hídrico-ambiental de 1 500 000 ha aproximadamente. De este total, 36 000 ha son de macizo forestal y 30 000 fueron decretadas por su importancia biológica, en 1980, Zona de Protección Forestal y Refugio de la Fauna Silvestre (englobando 8 municipios y 114 poblados). Desde el punto de vista económico-social, esta masa vegetal representa valores ecoturísticos y paisajísticos importantes para toda la comunidad del estado de Jalisco. Además de su importancia como regulador climático, valores paisajísticos y geológicos, el APFFLP cuenta con una diversidad importante de avifauna migratoria y residente y mamíferos de talla grande, así como una flora representada por 1 000 especies diferentes de plantas, de las cuales los pinos y encinos abarcan el 75 % de la superficie total. Dicha superficie está distribuida en tres tipos de vegetación: bosque de pino, bosque de encino y bosque de encino-pino (Curriel, 1987; SEMARNAT, 2000). Los estudios en esta reserva ecológica están considerados como parte de las actividades del Gobierno del Estado y la Universidad de Guadalajara para el manejo del bosque con fines de evaluación, conservación y restauración.

El género *Pinus* con un amplio rango altitudinal y geográfico (González, 2004) contribuye a la salud ambiental, la conservación del suelo y las aguas, además de tener una gran plasticidad de adaptación a los diferentes climas y condiciones edáficas (López, 2009); por otro lado, las especies del género *Quercus* encinos se desarrollan en diversas y considerables condiciones ecológicas (SARH, 1994; García *et al.*, 2007).

La reserva ecológica en cuestión es afectada por una serie de factores abióticos y bióticos que causan deterioro en la salud del estrato arbóreo, presentando además una gran cantidad de árboles maduros y poca regeneración natural. Las especies de los géneros *Pinus* y *Quercus* presentan diversos signos de daños, sobre todo en los árboles maduros, los cuales son los más afectados cuando existen factores de estrés como plagas y enfermedades que pueden causar la muerte con mayor facilidad (Waring, 1987; Blank *et al.*, 1988; French, 1988). Además de esto, se obtuvo que el género *Pinus* es susceptible a muchas enfermedades foliares que provocan debilitamiento y escaso desarrollo, conduciendo los árboles a la muerte (González, 2004). Lo anterior ocasiona una disminución de la regeneración natural y conlleva una pérdida gradual del bosque (SEMARNAT, 2000). Ahora bien, las enfermedades foliares ocupan un lugar importante dentro de las enfermedades del género *Quercus* ya que inhiben la fotosíntesis, disminuyen el área foliar y, en el peor de los casos, provocan la muerte de la planta (González, 2004). En México, ambos géneros se han visto afectadas por factores que conforman su declinación, de los cuales el principal corresponde a las enfermedades fungosas foliares (Romo *et al.*, 2007).

Los esfuerzos del presente trabajo se encaminaron a evaluar los daños por patógenos fúngicos en los géneros de *Pinus* y *Quercus* presentes en el APFFLP, ya que en el Programa de Manejo de ésta -en su *Componete de Conservación y Manejo*- solo se contempla la inspección, vigilancia respecto al control y combate de incendios (SEMARNAT, 2000). Este trabajo es útil pues aporta a las recomendaciones de prevención, descubrimiento, evaluación e identificación de los patógenos fúngicos del arbolado de los géneros *Pinus* y *Quercus*, lo que ayudará a establecer acciones de manejo fitopatológico apropiadas que garanticen contar con ecosistemas sanos en el área natural protegida.

MÉTODOS

Área de estudio. El área está localizada en la región central del estado de Jalisco; es una fracción del Eje Neovolcánico Transversal, subprovincia Guadalajara, formada por rocas ígneas extrusivas ácidas. La fisiografía se manifiesta en un rango de altitud de 1 400 m s. n. m. a 2 200 m s. n. m. De acuerdo a la clasificación FAO y la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, por sus siglas en inglés), las unidades de suelo son regosol y litosol con un espesor promedio de 10 cm a 30 cm y con un contenido de materia orgánica menor al 2 % (lo que indica que no existe el suelo típico de bosque). Existen 20 corrientes permanentes que nacen en el bosque y drenan hacia la cuenca del Río Ameca; dicho litoral cuenta

con 35 manantiales y 64 norias, en su mayoría de agua caliente. La captación media anual de agua de lluvia es de 240 000 000 m³, generando un potencial hídrico superficial y subterráneo que es aportado a tres cuencas hidrológicas de importancia para el Estado. Según la clasificación climática de Köppen, modificada por Enrique García, el clima predominante está representado por dos tipos: templado subhúmedo S(w₁)(w) y semicálido sub-húmedo (A)C(w₁)(w), ambos con lluvias en verano e invierno. Existen aproximadamente 1 000 especies de flora, entre las que se ubican 11 especies de encinos y 5 de pino, así como una gran diversidad de especies de orquídeas (59 spp.) (constituyendo el área de distribución del 80 % de las especies orquídeas reportadas para el Estado). Se encuentran cuatro tipos de vegetación, de acuerdo a la clasificación de Rzedowski: bosque de encino (*Quercus*), bosque de encino-pino (*Quercus-Pinus*), bosque de pino (*Pinus*) y bosque tropical caducifolio; también se localizan tres comunidades vegetales: riparia, rupícola y ruderal, que se desarrollan dentro de los diferentes tipos de vegetación. El área cuenta con un registro de 200 especies de vertebrados, distribuidos en 7 de peces, 19 de anfibios y reptiles, 135 de aves y 29 de mamíferos, encontrando que, de estos registros, 19 se encuentran enlistados bajo alguna categoría de protección de conformidad con la NOM-059-ECOL-1994 (12 se encuentran amenazadas: 3 son endémicas, 2 bajo protección especial, 3 raras, 1 endémica y 2 en peligro de extinción). De la misma forma, presenta 120 géneros de insectos en dos órdenes en particular (*Lepidoptera* e *Hymenoptera*). Asimismo, representa valores escénicos y paisajísticos de vital trascendencia que permiten la generación de oportunidades para la implementación y desarrollo de actividades de recreación y ecoturismo.

Muestreo. Se utilizó un arreglo factorial (3×2×4) que contempla 3 niveles de vegetación (masas puras de pinos, masas puras de encinos y masas mezcladas con ambos géneros), 2 de exposición (oriente y poniente) y 4 de altitud (que abarcan desde los 1 600 m s. n. m. a 2 200 m s. n. m.), con un total de 24 combinaciones (zonas de muestreo) que se ubicaron por medio de cartas de uso de suelo, de fisiografía y vegetación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) a escala 1:50 000. En cada una de zona de muestreo se ubicaron aleatoriamente tres parcelas (repeticiones) de 1 000 m², sumando un total de 72 parcelas. En cada una de las parcelas se hizo la planimetría de los árboles existentes a evaluar con el método del acimut.

Evaluación de daños por patógenos fúngicos. La identificación de los criterios de evaluación de daños por patógenos fúngicos se realizó mediante recorridos preliminares de campo en las zonas de muestreo,

obteniéndose las siguientes escalas de evaluación: 1) Estado del árbol: sano, dañado y muerto. 2) El agente causal de daños: patógenos fúngicos, insectos, ambos (patógenos fúngicos + insectos) y desconocido. 3) Parte del árbol afectada: copa, conos, fuste y árbol completo. 4) La extensión de los daños en copa y fuste: muerto (100 % dañado), muy grave (76 % - 99 % dañado), grave (51 % - 75 % dañado), severo (26 % - 50 % dañado), moderado (1 % - 25 % dañado) y sano (0 % dañado). Con las escalas se evaluaron cada uno de los árboles de las 72 parcelas.

Identificación de los patógenos fúngicos. Se colectó material vegetal con síntomas y signos de daños por patógenos fúngicos. La identificación de hongos se realizó a través de sus características morfológicas, usando técnicas de microscopía óptica y aislamiento en medios de cultivo (Agrios, 1995; Claudio y Vicente, 1990; Mohali, 1998).

Análisis Estadístico. A partir de la base de datos se realizaron análisis de frecuencia de los daños.

RESULTADOS

Estado sanitario del árbol. En la tabla 1 se observa que en el total de árboles evaluados de ambos géneros existen solo 12 individuos muertos (1 %) de los 2 013, sin embargo, también existe un bajo número de árboles sanos (45) -los cuales representan un 2 % del total-, por lo que el restante 93 % de árboles (1 956 individuos) evidencia algún daño visible. El 2 % de los árboles sanos son del género *Pinus*. La especie *P. devoniana* es la especie más saludable de las ocho evaluadas, ya que presenta 15 % de árboles sanos; en cambio, en los árboles evaluados de *Quercus*, no se encontró ningún árbol sano.

Tabla 1.

Desglose por género y por especie del estado sanitario de *Quercus* y *Pinus* en el Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera".

Especies	Afectaciones en número de árboles y porcentajes						Total
	Sanos		Muertos		Dañados		
	Individuos	%	Individuos	%	Individuos	%	
<i>P. douglassiana</i>	0	0	0	0	48	100	48
<i>P. devoniana</i>	3	14	0	0	18	86	21
<i>P. oocarpa</i>	42	4	6	1	903	95	951
Total <i>Pinus</i>	45	4	6	1	969	95	1 020
<i>Q. coccolobifolia</i>	0	0	0	0	30	100	30
<i>Q. magnoliifolia</i>	0	0	6	1	627	99	633
<i>Q. resinosa</i>	0	0	0	0	87	100	87
<i>Q. rugosa</i>	0	0	0	0	198	100	198
<i>Q. viminea</i>	0	0	0	0	45	100	45
Total <i>Quercus</i>	0	0	6	0	987	99	993
Total	45	2	12	1	1 956	93	2 013

Causas de los daños. Según la evaluación, los generadores de los daños al arbolado son las enfermedades fúngicas, los insectos, la combinación de ambas (enfermedades fúngicas e insectos) y, finalmente, motivos indefinidos. Cabe aclarar que aunque la investigación está enfocada a los daños por patógenos fúngicos, se consideró evaluar el daño combinado de enfermedades fúngicas e insectos por encontrarse esa condición de daño en el arbolado. Las enfermedades fúngicas encontradas son las siguientes: en los *Quercus*, manchas foliares propiciadas por *Pestalotia* sp. y cánceres y tumores en los fustes; en los *Pinus*, tizones favorecidos por *Lophodermium* sp. que originan la defoliación prematura de las acículas y las royas ocasionada por *Coleosporium* sp. El número de individuos dañados por los factores mencionados y sus porcentajes se muestran en la tabla 2.

En la tabla 2 se observa que solo un bajo 2 % (45 individuos) presentan daños exclusivamente por enfermedades fúngicas, siendo todos ellos de la especie *Q. resinosa*; un bajo 3 % muestra daños por insectos (básicamente masticadores) compuesto por *P. oocarpa* y *Q. magnoliifolia*. El restante 93 % de los árboles (1 852) se encuentran dañados por el efecto combinatorio de enfermedades fúngicas e insectos; dicho porcentaje está compuesto por 937 árboles de pinos y 915 encinos. Solamente 3 pinos (menos del 1 %) se muestran afectados por factores como heladas, incendios, daños mecánicos y contaminación ambiental.

En el análisis por especie para los pinos en la tabla 2, se observa que el 100 % de los árboles dañados de *P. douglassiana* y *P. devoniana* están afectados por las enfermedades fúngicas (royas y carbón causante de defoliación prematura) en conjunto con los insectos. Además, de los 1 020 árboles de pinos evaluados, 951 pertenecen a *P. oocarpa*, de los cuales el 91 % de ellos se encuentra afectado por el efecto combinatorio de enfermedades fúngicas e insectos. Por lo anterior, el daño más frecuente en los pinos es la combinación de enfermedades fúngicas e insectos. En cuanto a los encinos, el daño más frecuente es por enfermedades más insectos, sumando un total de 915 árboles (lo que significa un alto porcentaje del 92 %). *Q. magnoliifolia* presenta todos los árboles muertos con un total de 6 individuos (1 %) y aglutina 600 árboles (92 %) de árboles afectados por enfermedades más insectos (siendo, por lo tanto, la especie más afectada).

Tabla 2.

Desglose por género y por especie de las causas de los daños en *Quercus* y *Pinus* evaluados en el Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera".

Especies	Causa de los daños en número de árboles y porcentajes												Total
	Sanos		Muertos		Enfermedad		Insectos		Enfermedad más insectos		Indefinido		
	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	
<i>P. douglassiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	48	100	0	0	48
<i>P. devoniana</i>	3	14	0	0	0	0	0	0	18	86	0	0	21
<i>P. oocarpa</i>	42	4	6	1	0	0	29	3	871	91	3	1	951
Total <i>Pinus</i>	45	4	6	1	0	0	29	3	937	92	3	0	1 020
<i>Q. coccolobifolia</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	30	100	0	0	30
<i>Q. magnoliifolia</i>	0	0	6	1	0	0	27	4	600	95	0	0	633
<i>Q. resinosa</i>	0	0	0	0	45	52	0	0	42	48	0	0	87
<i>Q. rugosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	198	100	0	0	198
<i>Q. viminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	45	100	0	0	45
Total <i>Quercus</i>	0	0	6	1	45	4	27	3	915	92	0	0	993
Total	45	2	12	0	45	2	56	3	1 852	93	3	0	2 030

Enfermedad = se identificaron royas, manchas foliares y carbonos que causan la defoliación temprana de las acículas de los pinos, así como cánceres en los fustes. Enfermedades + insectos = Combinación de las enfermedades ya mencionadas e insectos. Indefinidas = causas que por medio de las técnicas de laboratorio empleadas y/o los síntomas y signos no fue posible identificarlas. Ind. = Numero de individuos por causa de daño. % = Porcentaje de daños por especie, donde el 100 % es el número de individuos por especies.

Parte del árbol afectada. En la tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación a las partes de los árboles. Ahí se observa que el 92 % de los árboles evaluados presenta daños en todo el árbol (fuste y copa). Los más afectados son los *Quercus* con un total de 954 (95 %); con respecto a los *Pinus*, entre éstos se contaron 874 árboles afectados (87 %). El fuste, tanto para *Pinus* como para *Quercus*, presenta 11 (1 %) y 6 árboles (1 %). Los pinos presentan mayor número de árboles dañados exclusivamente en la copa con un total de 84 árboles (8 %) y, en menor grado, los encinos con 27 árboles (3 %).

En la misma tabla 3, se puede observar que el total de los árboles evaluados de *P. douglassiana* y *P. devoniana* presentan daños en todo el árbol, es decir, tanto en la copa como en el fuste -representando 48 árboles (100 %) y 18 árboles (85 %) respectivamente. En el caso de *P. oocarpa*, al igual que las dos especies anteriores, ésta presenta el mayor daño en el árbol

completo con 808 árboles afectados (85 %); sin embargo, a diferencia de las otras especies de pinos, *P. oocarpa* presenta daños exclusivamente en la copa en 84 árboles afectados (9 %) y en el fuste en 11 individuos (1 %). La especie de encinos más afectada es *Q. magnoliifolia* que presenta 597 árboles dañados en toda la parte aérea (fuste y copa), es decir, el 95 % de sus árboles evaluados. De modo similar, ésta presenta 27 árboles afectados exclusivamente en su copa (3 %) y 3 árboles afectados únicamente en su fuste.

Extensión de los daños. En la tabla 4, se observa los resultados encontrados para la extensión de los daños de las copas en los árboles de ambos géneros. El 60 % de los árboles evaluados, incluyendo ambos géneros, se encuentra en una condición ligera de daño (individuos que presentaron ramas muertas, manchas foliares o ramas con alteración del color, deformaciones o cualquier síntoma que indican que perdieron su estado normal en menos del 20 % de su copa).

Tabla 3.

Desglose por género y por especie de las partes del árbol afectadas en los *Quercus* y *Pinus* evaluadas en el Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera".

Género	Parte del árbol afectada en número de árboles y porcentajes										Total
	Sano		Muerto		Copa		Fuste		Fuste y Copa		
	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	
<i>P. douglassiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	48	100	48
<i>P. devoniana</i>	3	15	0	0	0	0	0	0	18	85	21
<i>P. oocarpa</i>	42	4	6	1	84	9	11	1	808	85	951
Total <i>Pinus</i>	45	4	6	0	84	8	11	1	874	87	1 021
<i>Q. coccolobifolia</i>	0	0	0	0	0	0	3	10	27	90	30
<i>Q. magnoliifolia</i>	0	0	6	1	27	4	3	0	597	95	633
<i>Q. resinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	87	100	87
<i>Q. rugosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	198	100	198
<i>Q. viminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	45	100	45
Total <i>Quercus</i>	0	0	6	1	27	3	6	1	954	95	993
Total	45	2	12	0	111	5	17	1	1 828	92	2 013

Fuste y copa = toda la parte aérea del árbol. Ind. = Numero de individuos por causa de daño. % = Porcentaje de daños por especie, donde el 100 % es el número de individuos por especies.

Tabla 4.

Desglose por género y por especie de la extensión de las afectaciones de las copas de los *Quercus* y *Pinus* evaluados en el Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera".

	Extensión de las afectaciones en la copa por género y especies														Total
	Copa Sana		Copa muerta		Muy grave		Grave		Severo		Moderado		Ligero		
Género	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	
<i>P. douglassiana</i>	0	0	0	0	2	4	0	0	3	6	3	6	40	83	48
<i>P. devoniana</i>	3	14	0	0	0	0	0	0	0	0	18	86	0	0	21
<i>P. oocarpa</i>	53	5	6	1	19	2	158	17	141	15	295	31	279	30	951
Total <i>Pinus</i>	56	6	6	1	21	2	158	15	144	14	316	31	319	31	1 020
<i>Q. coccolobifolia</i>	3	10	0	0	0	0	3	10	6	10	9	35	9	35	30
<i>Q. magnoliifolia</i>	3	1	6	1	0	0	6	1	39	6	27	4	552	87	633
<i>Q. resinosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	100	87
<i>Q. rugosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	6	186	94	198
<i>Q. viminea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	42	93	45
Total <i>Quercus</i>	6	1	6	1	0	0	12	2	48	4	45	4	876	88	993
Total	62	3	12	1	21	1	170	9	192	10	316	16	1 195	60	2 013

Ind = Numero de individuos por causa de daño. % = Porcentaje de daños por especie, donde el 100 % es el número de individuos por especies.

Analizando la extensión de los daños en la copa por especie (tabla 4), se percibe que las tres especies evaluadas de pinos presentan un comportamiento diferente: *P. douglassiana* exhibe el 83 % de sus árboles en condiciones ligeras de daños; *P. devoniana* presenta el 86 % de sus árboles en condiciones moderadas (individuos que presentaron ramas muertas, manchas foliares o ramas con alteración del color, deformaciones o cualquier síntoma que indicaron pérdida de su estado normal hasta en un 40 % de su copa); finalmente, *P. oocarpa* que si bien presenta daños ligeros y moderados en proporciones iguales de porcentajes (31 %), tiene el 17 % de los árboles de su especie en condiciones graves (individuos que presentaron ramas muertas, manchas foliares o ramas con alteración del color, deformaciones o cualquier síntoma que indican que perdieron su estado normal hasta un 60 % de su copa). En el caso de los encinos, el 88 % de los árboles muestra daños ligeros. La especie más

abundante de encino *Q. magnoliifolia* presenta el 87 % de sus árboles evaluados con este nivel de daño.

En la tabla 5 se observan los resultados encontrados para la extensión de los daños en los fustes de los árboles de ambos géneros. El 50 % de los árboles evaluados, incluyendo ambos géneros, se encuentra en condición ligera de daños (individuos que presentaron factores de daño como deformaciones, manchas, orificios, rajaduras, descortezado, gomosis, ablandamientos, canceres, tumoraciones, fructificaciones de hongos patógenos o cualquier signo o síntoma que indicara que perdió su estado normal hasta 1/5 partes de su fuste, o hasta en el 20 % del mismo) y el 28 % en condición de daño moderado (individuos con daños hasta en 2/5 partes de su fuste o hasta en el 40 % del mismo). El 86 % de los fustes de los pinos cuenta con daños ligeros: la especie *P. douglassiana* tiene el 100 % de sus árboles con este nivel de daño, siguiéndole *P. devoniana* y *P. oocarpa* con un 86 % de árboles en este rango de daño.

Tabla 5.

Desglose por género y por especie de la extensión de las afectaciones de los fustes de los *Quercus* y *Pinus* evaluados en el Área de Protección de Flora y Fauna "La Primavera".

	Extensión de las afectaciones en el fuste por género y especies														Total
	Fuste sano		Fuste muerto		Muy grave		Grave		Severo		Moderado		Ligero		
Género	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	Ind.	%	
<i>P. douglassiana</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48	100	48
<i>P. devoniana</i>	3	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	86	21
<i>P. oocarpa</i>	126	13	6	0	12	1	0	0	3	0	2	0	802	86	951
Total <i>Pinus</i>	129	13	6	0	12	1	0	0	3	0	2	0	868	86	1 020
<i>Q. coccolobifolia</i>	0	0	0	0	11	36	0	0	9	31	10	33	0	0	30
<i>Q. magnoliifolia</i>	27	4	6	1	39	6	9	1	39	6	404	64	109	17	633
<i>Q. resinosa</i>	0	0	0	0	27	31	0	0	6	7	48	55	6	7	87
<i>Q. rugosa</i>	0	0	0	0	52	26	3	2	31	16	99	50	13	6	198
<i>Q. viminea</i>	0	0	0	0	21	47	0	0	6	13	9	20	9	20	45
Total <i>Quercus</i>	27	3	6	1	150	15	12	1	91	9	570	57	137	14	993
Total	156	8	12	0	162	9	12	0	94	5	572	28	1 005	50	2 013

Ind. = Numero de individuos por causa de daño. %=Porcentaje de daños por especie, donde el 100 % es el número de individuos por especies.

El 57 % de los fustes de los encinos presenta daños moderados; la especie más afectada es *Q. magnoliifolia*: el 64 % de sus árboles presenta este grado de daño. Un 15 % presenta daños muy graves (individuos con daños hasta en 5/5 partes de su fuste o hasta el 100 % del mismo), individuos que necesitan manejo sanitario inmediato: la especie más afectada es *Q. resinosa* con el 52 % de sus fustes en esta condición de daño.

DISCUSIÓN

El alto número de árboles dañados hace evidente la necesidad de establecer la evaluación fitopatológica permanente del área protegida. La poca salud de los árboles puede deberse al poco vigor de los árboles, propiciado por los suelos someros altamente erosionables, los bajos porcentajes de materia orgánica (menores del 2 %) y la alta cantidad de árboles cercanos o al límite de su turno biológico. Tales factores hacen que los individuos sean susceptibles al ataque de agentes biológicos dañinos; a eso hay que sumarle la falta de reposición de las especies por la poca o nula regeneración natural existente y la alta frecuencia de incendios en época de secas (hasta 5 incendios por año).

Las causas de los daños al arbolado son enfermedades (hongos fitopatógenos), insectos masticadores, la combinación de ambas (enfermedades + insectos) y, finalmente, motivos indefinidos. Las enfermedades encontradas en los *Quercus* son manchas foliares que causan defoliación prematura de las hojas (lo que posiblemente disminuye la tasa fotosintética y la eficiencia de crecimiento de los árboles) y cánceres y tumores de los fustes (que probablemente disminuye el transporte de agua y de nutrimentos de los árboles). En los *Pinus* se encontraron tizones que causan evidente defoliación prematura de las acículas, esto como sistema de defensa de los árboles para controlar el patógeno y las royas.

El daño más frecuente en ambos géneros es la combinación de enfermedades e insectos. La combinación de ambas causas son las razones primarias de que el número de árboles de una localidad disminuya (Harold y Hocker, 1984). Comúnmente, el árbol es afectado por insectos que propician la introducción de hongos fitopatógenos (Rodríguez, 1990), por lo que produce mayor impacto fisiológico la presencia de los dos agentes de daños.

El 92 % de los árboles evaluados presentan daños en toda la parte aérea del árbol (fuste y copa). Hay que considerar que este resultado indica que la mayoría

de los árboles, al mismo tiempo que ven reducida su área fotosintética por la presencia de manchas foliares y defoliación, presentan deficiencias en el transporte de agua y nutrimentos en el fuste, generando un mayor impacto en la eficiencia de crecimiento y vigor del árbol -haciéndolo más susceptible al daño por otros patógenos e insectos (Alvarado, 1997).

P. devoniana es la especie más saludable de las ocho evaluadas, ya que presenta el 15 % de árboles sanos, y es la segunda especie más abundante de pino en el área protegida. Los árboles dañados de esta especie presentan afectaciones por enfermedades e insectos simultáneamente en todo el árbol (copa y fuste), sin embargo, la mayoría de éstos exhiben solo daños ligeros. *P. oocarpa* presenta 17 % de los árboles de su especie en condiciones graves; ello que amerita la inmediata intervención para reducir el daño a través de métodos silvícolas y sanitarios.

El 57 % de los fustes de los encinos presentan daños moderados; la especie más afectada es *Q. magnoliifolia*: el 64 % de sus árboles presenta este grado de daño. Un 15 % de éstos presentan daños muy graves (individuos con daños hasta en 5/5 partes de su fuste o hasta el 100 % del mismo), lo que los hace menesterosos de manejo sanitario inmediato (de estos la especie más afectada es *Q. resinosa* con el 52 % de sus fustes en esta condición de daño).

Considerando los resultados de los niveles de daños encontrados en las poblaciones evaluadas de ambos géneros, es necesario establecer un monitoreo permanente para conocer la biología y ecología de los agentes de daños biológicos.

CONCLUSIONES

El 93 % de los árboles evaluados presentan algún tipo de daño. *P. devoniana* es la especie menos dañada de las ocho evaluadas con un 15 % de árboles sanos.

Las enfermedades fúngicas encontradas en los *Quercus* son las manchas foliares, los cánceres y tumores de los fustes. En los *Pinus* se encontraron tizones (que causan la defoliación prematura de las acículas) y las royas. El daño más frecuente, tanto en pinos como en encinos, es la combinación de enfermedades fúngicas e insectos.

El 92 % de los árboles evaluados presentan daños en todo el árbol (fuste y copa). El 60 % de los árboles evaluados se encuentra sus copas en una condición ligera de daño. *P. oocarpa* presenta 17 % de los árboles de su especie en condiciones graves.

El alto número de árboles dañados (93 %) hace evidente la necesidad de establecer en el Programa de Manejo un sistema de monitoreo fitopatológico permanente de las especies arbóreas ecológicamente importantes, ello con el fin de conocer la dinámica de las enfermedades presentes y establecer acciones de manejo fitopatológico apropiadas que garanticen ecosistemas sanos en el área natural protegida.

REFERENCIAS

- Alvarado, R. D. (1997). *Enfermedades de árboles forestales y de sombra*. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. Montecillos, Estado de México: p. 116.
- Baldini, A. y Pancel, L. (2002). *Agentes de daño en el bosque nativo*. Editorial Universitaria. Santiago de Chile: p. 408.
- Blank, L. W., Roberts, T. M. y Skeffington, R. A. (1988). New perspectives on forest decline. *Natura* 336: pp. 27-30.
- Cibrián, T. D., Alvarado, R. D. y García, D. S. (2007). *Enfermedades forestales en México/Forest diseases in México*. Universidad Autónoma Chapingo: CONAFOR-SEMARNAT, México; Foresty Service USDA, EUA; NRCAN Forest Service, Canadá y Comisión Forestal de América del Norte, COFAN, FAO. Chapingo, México: p. 587.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). (2006). *Programa nacional forestal 2001-2006*. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. México.
- Curiel, B. A. (1987). *Plan de manejo del Bosque La Primavera*. DUCSA/Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2007). *Situación de los bosques del mundo*. Roma, Italia: p. 143.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2002). *Evaluación de los recursos forestales mundiales*. Roma, Italia: p. 500.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (2006). *Tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina y el Caribe*. Roma, Italia: p. 178.
- French, D. W. (1988). *Forest and shade tree pathology*. University of Minnesota. Estados Unidos de América.
- García, G. I. y Aguilar, E. M. (2007). *Contribución al conocimiento de los encinos en el estado de Zacatecas*. Resúmenes del XVII Congreso Mexicano de Botánica. Sociedad Botánica de México/Universidad Autónoma de Zacatecas. México.
- González, S. M. L. (2004). *Caracterización del complejo de patógenos causales del tizón de la acícula del pino en la finca Saquichaj, Cobán, Alta Verapaz*. Universidad de San Carlos de Guatemala/Facultad de agronomía/ Instituto de Investigaciones Agronómicas. Guatemala.
- Harold, W. y Hocker, Jr. (1984). *Introducción a la Biología Forestal*. AGT Editor, S. A. México: p. 446.
- Hunt, O. L. (1991). Forestry word games: Biodiversity. *Journal of Forestry* 89(6): p. 39.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). (2000). *Indicadores de desarrollo sustentable en México*. Instituto Nacional de Ecología. México: p. 203.
- Koshland Jr., D. E. (1991). Preserving biodiversity. *Science* 53(5021): p. 717.
- López, C. R. A. (2009). *Un nuevo método para el diagnóstico y control de los descortezadores del género Ips (Coleoptora: Scolitidae) en los bosques de pinos de Cuba*. Universidad de Pinar del Río "Herminio Saiz Montes de Oca". Cuba.
- Morales, M. P. (2003). *Cultura y territorialidad: aportes etnológicos para la gestión ambiental comunitaria: estudio de caso comunidad Kamiai de San Juan de Zorra, México*. Editorial Abya Yala: p. 156.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. B. y Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots conservation priorities. *Nature* 403: pp. 853-858.
- OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). (2003). *Evaluación del desempeño ambiental en México*. Instituto Nacional de Ecología. México: p. 288.
- Rodríguez, L. R. (1990). *Plagas forestales y su Control en México*. Colección de Cuadernos Universitarios. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Romo, D. B., Velásquez, V. R., Siqueiros, D. M. E., Sánchez, M. G., De la Cerda, L. M., Moreno, R. O. y Pérez, M. B. E. (2007). Organismos con efecto potencial en el declinamiento de encinos de la Sierra Fría, Aguascalientes, México. *Investigación y Ciencia* 15(039).
- Sánchez, P. R. O. (2006). *Establecimiento y manejo de áreas protegidas*. Notas básicas para la enseñanza. Instituto Tecnológico de Santo Domingo. Santo Domingo, República Dominicana: p. 266.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). (1994). *Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994*. México.
- SEMADES (Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Sustentable). (2009). *Sistema estatal de áreas protegidas de Jalisco*. México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2000). *Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna La Primavera*. México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2001). *Inventario nacional forestal*. Comisión Nacional Forestal. Programa Nacional Forestal. México.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2009). *Inventario nacional forestal y de suelo, México 2004-2009. Una herramienta que da certeza a la planeación, evaluación y el desarrollo forestal de México*. Comisión Nacional Forestal. México.
- Vázquez, C. I., Madrigal, H. S., García, Z. M., Pérez, M. A. L. y Villa, R. A. (2003). *Diagnóstico sanitario forestal en el estado de Michoacán*. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural/ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México.
- Vázquez, S. L., Tamarit, U. J. C. y Quintanar, O. J. (2004). Caracterización de la declinación del bosque de encino en "Sierra de Lobos" Guanajuato, México. *Pollibotánica* 17.
- Waring, R. H. (1987). Characteristics of trees predisposed to die, stress causes distinctive changes in photosynthate allocation. *Science* 240: pp. 1017-1018.