

Organismos con efecto potencial en el declinamiento de encinos de la Sierra Fría, Aguascalientes, México

M. en C. Bartolo Romo Díaz¹, Ph. D. Rodolfo Velásquez Valle²,
Ph. D. María Elena Siqueiros Delgado³, Ph. D. Guillermo Sánchez Martínez²,
M. en C. Margarita de la Cerda Lemus³, Dr. Onésimo Moreno Rico⁴,
Dr. Eugenio Pérez Molphe Balch⁵

RESUMEN

En México se cuenta con 161 especies de encinos. De 500 que existen, solamente en el hemisferio norte, se han visto disminuidos en salud por varios factores que conforman al declinamiento, el cual es atribuido principalmente a los hongos. En la Sierra Fría, Aguascalientes, México, se está investigando al respecto. Detectando carencia de datos históricos para medir los factores abióticos, hasta el momento se ha encontrado que en los factores bióticos, además de los hongos, los nemátodos e insectos intervienen en el declinamiento. Con los resultados obtenidos se identifica

Palabras clave: Declinamiento, hongo, nemátodo, insecto, encino, Sierra Fría.

Key words: Declining, fungi, nematode, insect, oak, Sierra Fría.

Recibido: 26 de julio de 2007, aceptado: 6 de noviembre de 2007

- ¹ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Programa Doctorado en Ciencias Biológicas, Herbario, teléfono: (449) 910 74 00 extensión y fax 334, correo electrónico: bartolo_romo@hotmail.com.
- ² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Pabellón, teléfono y fax: (465) 958 01 86, correo electrónico: fitovalle58@yahoo.com.mx, sanchezm.guillermo@inifap.gob.mx.
- ³ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Herbario, teléfono: (449) 910 74 00 extensión y fax: 334, correo electrónico: masiquei@correo.uaa.mx, mdlcerda@correo.uaa.mx.
- ⁴ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Microbiología, teléfono y fax: (449) 910 84 12, correo electrónico: omoreno@correo.uaa.mx.
- ⁵ Universidad Autónoma de Aguascalientes, Centro de Ciencias Básicas, Departamento de Química, laboratorio de Biotecnología, teléfono y fax: (449) 910 84 20, correo electrónico: eperezmb@correo.uaa.mx.

la necesidad de considerar a los insectos de las familias *Buprestidae* y *Cerambycidae* en el seguimiento de esta investigación.

ABSTRACT

Mexico has 161 oak species. Of 500 existing only in north hemisphere, reduced in health by several factors forming the decline, which has been attributed principally at the fungi. At Sierra Fria, Aguascalientes, Mexico, has researching about oak decline. Has detecting absence of records to measure non biotic factors, to this moment we found that, in addition of fungi, nematodes and insects get involved in the decline. Whit results obtained have identified necessity to consider the insects of *Buprestidae* and *Cerambycidae* families in development of this investigation.

INTRODUCCIÓN

El encino (*Quercus* spp. L.) es uno de los árboles más importantes en el hemisferio norte, encontrándose ampliamente distribuido en América, Europa, norte de África, y en las partes montañosas de Asia (Manos *et al.*, 1999 y Nixon, 1998). El género está formado por, aproximadamente, 500 especies de árboles y arbustos (Nixon, 1993), de las cuales 161 se encuentran en México (Valencia-A., 2004).

DECLINAMIENTO

Uno de los problemas más serios que se ha detectado en los bosques de encino a nivel mundial es el declinamiento (Agrios, 1998, Appel *et al.*, 2001, Barnard *et al.*, 1998, Biosca *et al.*, 2003, Bruhn *et al.*, 1998, Brummer *et al.*, 2002, McDonald *et al.*, 2003, Nasir, 2005, Sánchez *et al.*, 2003, Turco *et al.*,

2004, Vannini y Vettrano, 2000, Vettrano *et al.*, 2002, Wargo *et al.*, 1983). Este problema no está definido por un agente causal único, sino por varios factores que contribuyen a disminuir la salud del árbol y a incrementar su susceptibilidad hacia los patógenos o incluso, hacia organismos oportunistas (Manion, 1991). Los síntomas de los encinos afectados por este problema son diversos.

En el sur de los EE. UU., se reporta el declinamiento de *Q. rubra*, *Q. coccinea*, *Q. palustris*, *Q. velutina*, *Q. alba* y *Q. prinus*, con síntomas como clorosis del follaje, rebrotes en ramas y tallos, y reducción de almidones en raíz, ocasionados por *Armillaria mellea* y *Agrilus bilineatus*. Fernández-Escobar *et al.*, (1999) describen los síntomas de declinamiento en dos grupos: (1) un declinamiento lento en árboles que presentan hojas necróticas, defoliación, muerte de ramas y exudación café del tronco; (2) un declinamiento rápido seguido por la muerte de los árboles en pocas semanas, coincidiendo con la descripción de los síntomas citados por Jung *et al.* (2000). El cáncer, clorosis intervenal y necrosis foliar han sido también considerados como síntomas del declinamiento del encino (Appel *et al.*, 2001, Biosca *et al.*, 2003, Sánchez *et al.*, 2003 y Tainter *et al.*, 2000). Otros autores (Barnard *et al.*, 1998) mencionan síntomas como la quemadura de la hoja, coloración de la hoja amarillenta-café y una caída prematura de hojas, provocando que se observe el síntoma característico de muerte regresiva en la parte superior de la copa.

FACTORES DEL DECLINAMIENTO

El declinamiento de encinos ha sido asociado a la presencia del hongo *Phytophthora* spp., en Turquía, Austria, Alemania, Italia, México y los EE. UU. (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007, Jung *et al.*, 2000, Luque *et al.*, 2002, Maloney *et al.*, 2005, Tainter *et al.*, 2000 y Vettrano *et al.*, 2002). Existen otros hongos que afectan árboles en los EE. UU. como *Apignomia guercina* que ocasiona la defoliación temprana de los encinos, *Hypoxylon mammatum*, ocasionando el cáncer hypoxylon de los árboles, y *Ceratrocystis fagacearum* como una seria enfermedad que deteriora gradualmente la salud de los encinos rojos y negros y que está asociada con insectos (Manion, 1991). En Sierra de Lobos Guanajuato, (Vázquez *et al.*, 2004) determinaron que el principal agente biótico responsable de la declinación de los bosques de encino es el efecto combinado de *Nectria galligena* Bres. e *Hypoxylon Thoursianum* (Lev.) Lloyd, asociado con procesos de disturbio climático. Posteriormente,

en Aguascalientes, Colima, Guanajuato, Jalisco y Nayarit, (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007) identificaron y determinaron el papel de los factores bióticos y abióticos asociados a la declinación y muerte del encino; concluyendo que *Phytophthora cinamomi* está ocasionando la muerte de algunas especies de encino, *Hypoxylon antropunctatum* está colonizando árboles debilitados, las bajas temperaturas y la falta de agua están participando como agentes causantes de estrés y muerte; y los muérdagos, barrenadores, defoliadores y sobrepastoreos, se presentan como factores de incidencia baja y localizada.

No obstante que los hongos son la causa más importante de enfermedades en las plantas (Gibson y Salinas, 1985, Manion, 1991), los insectos también causan daños considerables a los encinos, tales como la barrenación de ramas, fustes y raíces. En los EE. UU., se han reportado daños por *Buprestidae gibsi*, *Agrilus quercicola*, *A. angelicus*, *Chrysobothris femorata*, *C. mali*, *Melanophila occidentales* y *Polycesta californica* (Furniss y Carolin 1977). En la última década, han ocurrido brotes sin precedentes del barrenador del encino rojo (*Enaphalodes rufulus* Haldeman) en Arkansas y Missouri (EE. UU.), los cuales están asociados al declinamiento del encino en aquellos estados (Fierke *et al.*, 2007, Kelley *et al.*, 2006, Heitzman *et al.*, 2007). Las plagas de lepidópteros en *Quercus cerris* son causadas por varias especies de la familia *Geometridae* en Europa (Kulfan *et al.*, 2006), y por la palomilla gitana (*Lymantria dispar*) reportada en Canadá por Boulton *et al.*, 2007. En México, Vázquez *et al.*, 2004 para el estado de Guanajuato y Alvarado-Rosales *et al.*, 2007 para el de Aguascalientes, no determinaron insectos asociados al declinamiento de los encinos.

JUSTIFICACIÓN

Debido a que hasta el presente se carece de información suficiente sobre organismos relacionados con el declinamiento de encinos en la Sierra Fría, y a la creciente necesidad de conservación de los bosques de Aguascalientes, el objetivo de esta investigación es determinar los hongos, nemátodos e insectos, encontrados en encinos con síntomas de declinamiento en el área de estudio, con el fin de proponer alternativas para el manejo de estos bosques. Esta investigación es una fase del proyecto con mayor amplitud en superficie sobre la filogenia y fitopatología de encinos en las sierras compartidas por Aguascalientes, Jalisco y Zacatecas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en el conjunto de sierras denominado Sierra Fría, ubicado en las estribaciones de la Sierra Madre Occidental, en los municipios con territorio al norte y oeste de Aguascalientes (figura 1). En esta región, predominan los bosques de encino, puros o asociados a *Pinus*, *Juniperus* y escasamente a *Cupressus*, en altitudes que varían de 1,800 a 2,900 m (De la Cerda, 1999). Los datos históricos del clima en la Sierra Fría no existen, ya que las estaciones climatológicas son muy recientes para generar estadísticas a ese nivel, o se encuentran en las presas de la periferia del área de estudio (CONAGUA, 2006), ubicada

entre las coordenadas 102° 20' 00'' y 102° 45' 00'' de longitud oeste, así como 21° 50' 00'' y 22° 30' 00'' de latitud norte (INEGI, 1995).

MUESTREO

Se aplicó un muestreo simple aleatorio marcando sobre la cartografía cinco sitios por cada 100 km², en polígonos de 10 por 10 km y ajustándose a la presencia de encinos y a la accesibilidad de los sitios. Al llegar a cada sitio se observaba el paisaje, luego los encinos dañados, y posteriormente se tomaban las muestras y las coordenadas del sitio o incluso del árbol.

Se obtuvieron muestras de los encinos que presentaron daño en hojas, ramas, fuste o raíz. Del fuste se cortaron secciones de dos o más cm de profundidad por dos cm² de superficie para aislar los posibles patógenos. Asimismo, se obtuvieron cortes de fuste o ramas (trozas) de 30-80 cm de longitud, que contenían galerías, algunas con larvas de insectos barrenadores y se instalaron jaulas en algunos fustes para capturar insectos sin destruir los árboles. De la raíz se tomaron tramos de 5-10 cm de raíces secundarias o terciarias para llevar a cabo el aislamiento de patógenos. Además, se tomó una muestra de suelo por encino para extraer los nemátodos, bajo su dosel, en el horizonte A, y de aproximadamente 500 g. Las muestras se transportaron a la UAA (Herbario y Microbiología) y a los laboratorios del INIFAP-Pabellón (figura 2). Una síntesis de algunos elementos del muestreo se presenta en el cuadro 1.

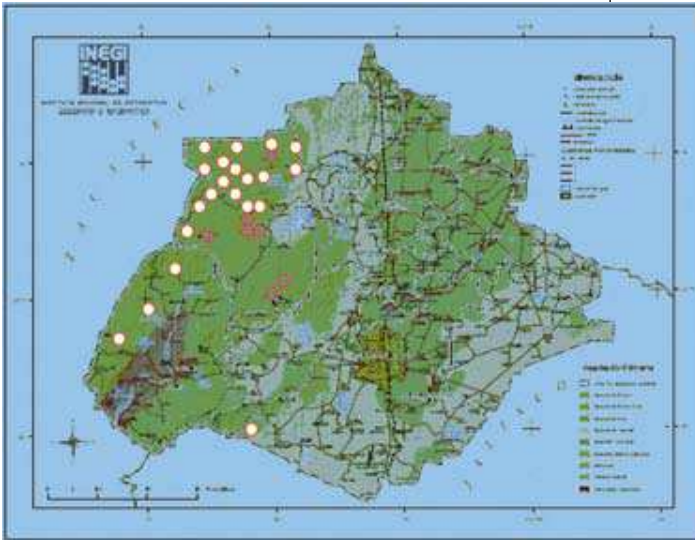


Figura 1. Mapa de localización de los sitios de muestreo en el área de estudio. Los círculos con fondo blanco representan a los sitios muestreados, aquellos con cuadrícula sobrepuesta representan a los sitios con trampas permanentes para insectos.



Figura 2. Obtención de muestras con trozas (izquierda), secciones (centro) y jaulas (derecha).

CONCEPTO	CANTIDAD
Sitios	26
Encinos revisados en total	219
Encinos dañados	156
Encinos seccionados	26
Secciones	60
Muestras de suelo	18
Fustes o ramas trozados	12
Trozos	24
Jaulas	7

Cuadro 1. Síntesis de algunos elementos del muestreo.

GRADO	DESCRIPCIÓN
1	Encino sano y vigoroso, ningún síntoma visible
2	Encino sano con menor vigor (menor intensidad en el color de sus hojas)
3	Encino con daño ligero en sus hojas
4	Encino con daño en sus hojas
5	Encino con daño en hojas y ramas
6	Encino con daño en hojas, ramas y fuste
7	Encino con daño en hojas, ramas, fuste y raíz

Cuadro 2. Escala subjetiva para determinar el grado del daño en encinos

DETERMINACIÓN DEL GRADO DE DAÑO

Para evaluar la sanidad de encinos muestreados, después de consultar la literatura y hacer una serie de observaciones en la apariencia general de los árboles, se estableció una escala subjetiva del daño, la cual se presenta en el cuadro 2 y se ilustra en la figura 3.

SIEMBRA, EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE FITOPATÓGENOS

Para el aislamiento de hongos se sembraron fracciones del fuste (corteza) o raíz en medio de cultivo PDA y se incubaron por 6 a 8 días en una

estufa bacteriológica a $28^{\circ}\text{C} \pm 3$. Al aparecer las colonias fungosas se procedió a identificarlas bajo el microscopio compuesto, con la ayuda de claves taxonómicas (Bartnett, 1962). Para la extracción de nemátodos, se tomaron submuestras de 50 gr de suelo y se colocaron en un embudo Baermann por 72 hr., los nemátodos recuperados se identificaron con ayuda de claves taxonómicas (Mai y Mullin, 1996).

DETERMINACIÓN DE INSECTOS BARRENADORES DE ENCINOS

Los daños fueron detectados en octubre de 2006 al observar un encino con una ligera exudación en la corteza, el cual, con una exploración más


Figura 3. Encinos que, subjetivamente, presentan grados de daño, desde el 1 hasta el 6 (izquierda); en el fuste y la raíz (centro); en ramas y hojas (derecha).



Figura 4. Detección de exudado en la corteza y galería en el fuste (izquierda), detección de larva (centro) y trozas en observación dentro de cámaras entomológicas (derecha).

detallada, mostró una serie de galerías en el fuste y en las que se detectó una larva. Posteriormente, se realizó un muestreo dirigido en cinco sitios separados entre sí por más de 10 km, donde existían síntomas de barrenación. En cada sitio se seleccionó un árbol afectado y se cortaron con motosierra de tres a cuatro trozas de 60-80 cm de longitud. Las trozas fueron llevadas al laboratorio de entomología del INIFAP en el Campo Experimental Pabellón, donde se colocaron en cámaras entomológicas. Diariamente se realizaron observaciones para dar seguimiento a la actividad de los insectos, indicada por la expulsión de aserrín a través de la corteza, hasta la obtención de adultos (figura 4). Posteriormente, se instalaron siete jaulas distribuidas en el área de estudio para tratar de capturar al adulto al emerger del fuste sin trozar el árbol.

RESULTADOS

Con los datos obtenidos al mes de junio de 2007, se encontraron signos o síntomas de daño en 8

especies de encinos de un total de 8 colectadas e identificadas en el estudio. En el fuste se presentaron exudaciones, perforaciones y tumores; en las ramas se observó muerte descendente, mientras en las hojas se encontraron agallas, heno y clorosis. En el cuadro 3 se mencionan las especies de encino hospederas que se colectaron e identificaron, los organismos encontrados e identificados en las muestras, la sección muestreada, y el grado de daño del encino.

En el fuste y ramas se observaron agujeros frecuentemente rodeados de un área café-rojiza y de aspecto húmedo que ocasionalmente formaba un exudado que escurría a lo largo del fuste. En la base del fuste se encontraron montículos de aserrín. Al seccionar los fustes, se encontraron galerías rodeadas de áreas de color café o rojizas; estas galerías podían ubicarse en el eje central del fuste o en su periferia. Respecto a los insectos observados en estados inmaduros, se detectaron galerías con larvas de la familia *Cerambycidae* y más cercanas a la corteza se observaron larvas de la familia *Buprestidae* (figura 5).



Figura 5. Fuste con agujero y exudado (izquierda), fuste trozado con montículos de aserrín en la base (centro), troza con galerías y larva de *Cerambycidae* (derecha).

ENCINO	ORGANISMO	SECCIÓN	GRADO DE DAÑO*
<i>Quercus eduardii</i>	<i>Penicillium</i> spp.	fuste	3
	<i>Alternaria</i> spp.	fuste	3
	<i>Penicillium</i> spp.	fuste	5
	<i>Fusarium</i> spp.	fuste	enfermo
	<i>Verticillium</i> spp.	fuste	enfermo
	<i>Penicillium</i> spp.	raíz	enfermo
	<i>Rhizoctonia</i> spp.	raíz	enfermo
<i>Quercus gentryi</i>	<i>Rhizoctonia</i> spp.	raíz	3
	<i>Rhabditis</i> spp.	suelo	5
<i>Quercus grisea</i>	<i>Penicillium</i> spp.	fuste	1
	<i>Dorylaimus</i> spp.	suelo	1
	<i>Helicotylenchus</i> spp.	suelo	1
	<i>Penicillium</i> spp.	fuste	1
	<i>Alternaria</i> spp.	fuste	1
	<i>Rhizopus</i> spp.	fuste	2
	<i>Rhizoctonia</i> spp.	fuste (cuello)	2
<i>Rhizoctonia</i> spp.	raíz	2	
<i>Quercus laeta</i>	<i>Penicillium</i> spp.	raíz	1
<i>Quercus obtusata</i>	<i>Hypoxylon</i> spp.	fuste	2
<i>Quercus potosina</i>	<i>Cerambycidae</i>	fuste	3
	<i>Hypoxylon</i> spp.	fuste	6
	<i>Hypoxylon</i> spp.	rama	3
<i>Quercus rugosa</i>	<i>Penicillium</i> spp.	fuste	5
	<i>Dorylaimus</i> spp.	suelo	3
	<i>Rhabditis</i> spp.	suelo	3
	<i>Rhabditis</i> spp.	suelo	6
	<i>Helicotylenchus</i> spp.	suelo	6
	<i>Aphelen choides</i>	suelo	6
	<i>Dorylaimus</i> spp.	suelo	6
<i>Tylenchus</i> spp.	suelo	6	
<i>Quercus sideroxylla</i>	<i>Buprestidae</i>	fuste	5

* Con base en el cuadro 1. Los señalados como enfermos se deben a que al colectarlos aún no se definía la escala.

Cuadro 3. Especie de encino con los organismos por sección y el grado de daño.

Las observaciones en laboratorio confirmaron la identidad de las familias, obteniéndose, hasta junio de 2007, 23 especímenes adultos de la familia *Buprestidae* y tres especímenes adultos de la familia *Cerambycidae* (figura 6).

La incidencia de daños por insecto fue igual o mayor al 5% en los encinos colectados de cada especie (cuadro 4).

El efecto potencial de los insectos en el declinamiento de los encinos fue contundente al detectar los serios daños por perforaciones y galeñas tanto en el fuste como en las ramas, así como defoliación de las ramas perforadas.

DISCUSIÓN

El grado de daño más común entre los árboles muestreados de acuerdo a la escala establecida, oscila desde 1 (*Quercus grisea*) hasta 6 (*Q. rugosa* y *Q. potosina*) independientemente de la especie de encino y localización geográfica. No obstante lo anterior, no se han encontrado grandes áreas arboladas con grados de daño severos.

La subjetividad de la escala para determinar el grado de daño en los encinos fue reducida con respecto a la clasificación realizada por Vázquez *et al.*, 2004 sobre el nivel de infestación del arbolado. Por otra parte, se cuestiona la determinación del daño en éste y los trabajos de



Figura 6. Adultos emergidos de la familia Buprestidae (izquierda) y Cerambycidae (derecha).

ENCINO	CARACTERÍSTICA
<i>Quercus eduardii</i>	Exudación, perforación, galería, larva y adulto.
<i>Quercus gentryi</i>	Exudación, perforación.
<i>Quercus grisea</i>	Defoliación, exudación, perforación.
<i>Quercus laeta</i>	Exudación, perforación, galería.
<i>Quercus obtusata</i>	Defoliación, exudación, perforación.
<i>Quercus potosina</i>	Exudación, perforación, galería, larva y adulto.
<i>Quercus rugosa</i>	Exudación, perforación, galería.
<i>Quercus sideroxyla</i>	Exudación, perforación, galería, larva y adulto.

Cuadro 4. Especies de encino y característica observada del daño por insecto.

Tainter *et al.*, 2000 y Alvarado-Rosales *et al.* (2007) al detectar organismos también en encinos sanos (grado 1), encinos dañados en el fuste sin daños en ramas y hojas, hojas afectadas por heladas, así como diferentes coloraciones del follaje en encinos sanos de la misma especie, durante el mismo momento y en el mismo sitio.

La sintomatología observada en los encinos de la Sierra Fría coincide sólo parcialmente (clorosis, muerte descendente, etc.) con la reportada en otras regiones (Alvarado-Rosales *et al.*, 2007, Appel *et al.*, 2001, Barnard *et al.*, 1998, Biosca *et al.*, 2003, Fernández-Escobar *et al.*, 1999, Jung *et al.*, 2000, Sánchez *et al.*, 2003, Tainter *et al.*, 2000, y Wargo *et al.*, 1983). La presencia de cánceres es el tipo de lesión más consistentemente asociada con *Phytophthora* en otras áreas geográficas; los muestreos realizados en la Sierra Fría han proporcionado una reducida o nula incidencia de este tipo de lesión.

Por lo que respecta a la presencia de nemátodos, se han identificado cinco géneros (*Rhab-*

ditis spp., *Dorylaimus* spp., *Aphelenchoides* spp., *Tylenchus* spp. y *Helicotylenchus* spp.); los tres últimos son considerados parásitos de diversos cultivos y plantas silvestres (Christie, 1979).

Las características de los daños (tipos de perforaciones y galerías, presencia de aserrín, etc.) y la morfología de larvas y adultos obtenidos de los fustes indican su pertenencia a las familias Buprestidae y Cerambycidae, las cuales se caracterizan por ser insectos barrenadores de tallos. Las barrenaciones más notorias en el floema y xilema de las muestras colectadas son causadas por cerambycoides.

No hay información científica que respalde las suposiciones de que la disminución en la precipitación anual o el pastoreo severo sean factores del declinamiento de encinos en la Sierra Fría.

CONCLUSIONES

En la Sierra Fría, Aguascalientes, dentro de los factores bióticos, aún cuando el declinamiento

de encinos en regiones vecinas ha sido atribuido principalmente a los hongos, no se han encontrado indicios de que éstos sean el causante principal, debido a que se extrajeron nemátodos consi-

derados parásitos y se detectaron insectos de las familias *Buprestidae* y *Cerambycidae* con efecto potencial en el declinamiento de encinos.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G.N., *Fitopatología*. Segunda edición, México: Limusa, 838 pp., 1998.
- ALVARADO-ROSALES, *et al.*, "Agentes asociados y su papel en la declinación y muerte de encinos (*Quercus*, fagaceae) en el centro-oeste de México", *Polibotánica*, 23, 1-21, 2007.
- APPEL, D.N., R. *et al.*, Cómo identificar y manejar el marchitamiento del encino en Texas. De: <http://www.isahispana.com/pubs/oakwilt.htm>, 2001.
- BARNARD, E.L., *et al.*, Distribution of *Xylella fastidiosa* in oaks in Florida and its association with growth decline in *Quercus laevis*, *Plant Disease*, 82, 569-572, 1998.
- BARNETT, H.L. *Illustrated genera of imperfect fungi*. USA: Burgess Publishing Company, 225 pp., 1962.
- BIOSCA, E.G., R. *et al.*, Isolation and characterization of *Brenneria quecina*, causal agent for bark canker and drippy nut of *Quercus* spp. *Phytopathology*, 93, 485-492, 2003.
- BOULTON, T.J., *et al.*, Recovery of nontarget Lepidoptera on Vancouver Island, Canada: One and four years after a gypsy moth eradication program, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 26, 738-748, 2007.
- BRUMMER, M., *et al.*, Ultrastructural changes and immunocytochemical localization of the elicitor quercinin in *Quercus robur* L. roots infected with *Phytophthora quecina*, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 61, 109-120, 2002.
- BRUHN N., *et al.*, Identification of *Armillaria* field isolates using isozymes and micelial growth characteristics. *Mycopathologia*, 142, 89-96, 1998.
- CHRISTIE, J.R., *Nemátodos de los vegetales. Su ecología y control*. México: Limusa, 275 pp., 1979.
- CONAGUA. Datos climatológicos históricos de temperatura y precipitación pluvial media mensual, número de días con helada, registradas en las estaciones climatológicas de Aguascalientes. Oficio No. BOO. E.41.4.06/h033, Subgerencia de Ingeniería y Apoyo Técnico, Depto. de Hidrometría y Climatología, 2006.
- DE LA CERDA, L.M. *Encinos de Aguascalientes*. Segunda edición, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes, 84 pp., 1999.
- FERNÁNDEZ-ESCOBAR, *et al.*, Treatment of oak decline using pressurized injection capsules of antifungal materials, *European Journal of Forest Pathology*, 29, 29-38, 1999.
- FIERKE, M.K., A.B. KELLEY, F.M. STEPHEN, Site and stand variables influencing red oak borer, *Eneapholes rufulus* (Coleoptera: Cerambycidae), population densities and tree mortality, *Forest Ecology and Management*, 247, 227-236, 2007.
- FURNISS, R.L. y V.M. CAROLIN. Western forest insects, *Miscellaneous publication No. 1339. USA: USDA Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station*, 251-257, 1977.
- GIBSON, I. y R. SALINAS Q., Notas sobre enfermedades forestales y su manejo, *Boletín técnico No. 106 SARH*, 1-16, 1985.
- HEITZMAN, E., *et al.*, Changes in forest structure associated with oak decline in severely impacted areas of northern Arkansas, *Southern Journal of Applied Forestry*, 31, 17-22, 2007.
- INEGI, Carta de vegetación primaria de Aguascalientes, *Imagen digital*, 2006.
- _____, Espaciograma Zacatecas, *Hoja F13-6*. México, escala 1:250,000, 1995.
- JUNG, T., H. BLASCHKE y W. OBWALD. Involvement of soilborne *Phytophthora* species in Central European oak decline and the effect of site factors on the disease, *Plant Pathology*, 49, 706-718, 2000.
- KELLEY, M.B., *et al.*, Molecular diagnostics of *Eneapholes rufulus* (Coleoptera: Cerambycidae), *Florida Entomologist*, 89, 251-256, 2006.

- KULFAN M., M. HOLECOVA y J. FAJCIK, Caterpillar (*Lepidoptera*) communities on European turkey oak (*Quercus cerris*) in Male Karpaty Mts (SW Slovakia), *Biologia*, 61, 573-578, 2006.
- LUQUE, J., J. PARLADÉ Y J. PERA, Seasonal changes in susceptibility of *Quercus suber* to *Botryosphaeria stevensii* and *Phytophthora cinnamomi*, *Plant Pathology*, 51, 338-345, 2002.
- MAI, W.F. y P.G. MULLIN, *Plant-parasitic Nematodes. A Pictorial Key to Genera*. USA: Cornell University Press, 277 pp., 1996.
- MALONEY, P.E., *et al.*, Establishment of an generalist pathogen in redwood forest communities, *Journal of Ecology*, 93, 899-905, 2005.
- MANION, P.D., *Tree Disease Concepts*. Segunda edición, USA: Prentice Hall, 1-353, 1991.
- MANOS, P.S., J.J. DOYLE and K.C. NIXON, Phylogeny, biogeography, and processes of molecular differentiation in *Quercus* subgenus *Quercus* (*fagaceae*), *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 12, 333-349, 1999.
- MCDONALD, R.J., R.K. PEET y D.L. URBAN, Spattial pattern of *Quercus* regeneration limitation and *Hacer rubrum* invasion in a piedmont forest, *Journal of Vegetation Science*, 14, 441-450, 2003.
- NASIR, N., Diseases caused by *Ganoderma* spp. on perennial crops in Pakistan, *Mycopathologia*, 159, 119-121, 2005.
- NIXON, C.K., Infrageneric classification of *Quercus* (*Fagaceae*) and typification of sectional names, *Annales Science Forest Supplement*, 1, 25-34, 1993.
- _____, El género *Quercus* en México. En: *Diversidad Biológica de México Orígenes y Distribución*. México: UNAM, 792 pp., 1998.
- SÁNCHEZ, M.E., *et al.*, *Botryosphaeria* and related taxa causing oak canker in southwestern Spain, *Plant Disease*, 1515 pp., 2003.
- TAINTER, F.H., *et al.*, *Phytophthora cinnamomi* as a cause of oak mortality in the state of Colima, *Plant Disease*, 84, 394-398, 2000.
- TURCO, E., *et al.*, Síntesis of dehydrin-like proteins in *Quercus ilex* L. and *Quercus ceris* L. seedlings subjected to water stress andinfection with *Phytophthora cinnamomi*, *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 65, 137-144, 2004.
- VALENCIA-A, S., Diversidad del género *Quercus* (*Fagaceae*) en México, *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 75, 33-53, 2004.
- VANNINI, A. y A.M. VETTRAINO, *Ulocladium chartarum* as the causal agent of a leaf necrosis on *Quercus pubescens*, *Forest Pathology*, 30, 297-303, 2000.
- VÁZQUEZ, S.L., *et al.*, Caracterización de la declinación de bosques de encinos en Sierra de Lobos Guajato, *Polibotánica*, 17, 1-14, 2004.
- VETTRAINO, A.M., *et al.*, Ocurrence of *Phytophthora* species in oak stands in Italy and their association with declining oak trees, *Forest Pathology*, 32, 19-28, 2002.
- WARGO, P. M., *et al.*, Forest Insect & Disease Leaflet 165, U.S. Department of Agriculture Forest Service. De: <http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/flds/oakdecline/oakdecline.htm>, 1983.