

CARACTERIZACIÓN DE LA DECLINACIÓN DE BOSQUES DE ENCINOS EN  
“SIERRA DE LOBOS” GUANAJUATO, MÉXICO

Luis Vázquez Silva  
Juan Carlos Tamarit Urias  
Juan Quintanar Olguín

INIFAP CIR-Centro. Campo Experimental “San Martinito” Km 56.5 Carretera Federal  
México-Puebla, CP 74100 Tlahuapan, Pue. e-mail: cesmar@compu-redes.net.mx

Lucía Varela Fregoso

Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, IPN. Departamento de Microbiología.  
Laboratorio de Ecología Microbiana. México, DF e-mail: varela@ipn.mx

Dirección actual: Hongos y Derivados SA de CV Constitución 307,  
Lomas de la Soledad, 98040 Zacatecas, Zac.

---

**RESUMEN**

El fenómeno de la declinación forestal frecuentemente se presenta por una combinación de múltiples factores bióticos y abióticos. En el presente trabajo se realizó la caracterización de la declinación de bosques de encino en “Sierra de Lobos”, Gto., mediante la determinación de las especies de encino susceptibles, la identificación y comportamiento del agente biótico principal causal de la alta mortandad del arbolado y la evaluación del nivel de infestación. Se analiza el efecto de algunas variables dendrométricas y fisiográficas sobre la infestación del patógeno. Se determinó que la declinación de los encinos en “Sierra de Lobos” está asociada con procesos de disturbio climático principalmente estrés por sequía y por temperaturas extremas debido a heladas e incendios forestales, el principal agente biótico responsable de la declinación de los bosques de encino es el efec-

to combinado de *Nectria galligena* Bres. e *Hypoxyylon thouarsianum* (Lév.) Lloyd. *Quercus eduardii* Trel. es la especie más susceptible a la infestación por los patógenos en tanto que *Q. rugosa* Née es comparativamente resistente. El nivel de infestación por hectárea fue del 87.5%, se determinó que a menor diámetro y altura y un mayor número de rebrotes del arbolado el ataque se presenta con mayor intensidad. Las variables fisiográficas que tuvieron un efecto significativo sobre el nivel de infestación fueron la exposición y la pendiente.

**Palabras clave:** declinación del encino, *Quercus* spp., enfermedad, hongos patógenos, *Nectria galligena* Bres., *Hypoxyylon thouarsianum* (Lév.) Lloyd.

**ABSTRACT**

The phenomenon of the forest decline often is presented by a combination of mul-

multiple factors biotic and abiotic. In this work was carried out a characterization of the main causal agents of the decline of oak forests in “Sierra de Lobos”, Gto., by means of the determination of the susceptible species, identification main agent biotic responsible for high mortality as well as its comportment and evaluation of the infestation level. The effect is analyzed some plot, tree and stand variables in the infestation for the pathogen. The results show that the oak decline in “Sierra de Lobos” is associated to processes of climatic disturbance mainly stress for drought and for extreme temperatures due to ice and fires happened in the past, the main biotic agent responsible for the oak decline is the combined effect of *Nectria galligena* Bres. and *Hypoxylon thouarsianum* (Lév.) Lloyd. *Quercus eduardii* Trel. is the most susceptible species to the infestation for the pathogen as long as *Q. rugosa* Née is comparatively resistant. The infestation level was of 87.5%, it was found that to smaller diameter and more number of stems/tree the infestation is presented with more intensity. The plot variables that had effect on the infestation level were the exposition and the slope.

**Key words:** oak decline, *Quercus* spp., disease, pathogenic fungi, *Nectria galligena* Bres., *Hypoxylon thouarsianum* (Lév.) Lloyd.

## INTRODUCCIÓN

En México los bosques de encino ocupan una superficie de 9.5 millones de hectáreas, por su diversidad y distribución forman el segundo ecosistema terrestre de mayor importancia, se desarrollan en diversas condiciones ecológicas, desde casi el nivel del mar hasta cerca de los 3100 metros de altitud (SARH, 1994).

“Sierra de Lobos” se localiza al norte de León Gto., ocupa una superficie de 50000 hectáreas (SEMARNAT, 2001), el clima predominante es templado subhúmedo con lluvias en verano, con precipitación media anual de 700 mm y temperatura media anual de 16-18°C, su función básica es la captación de agua para la recarga del manto acuífero, mejorar la calidad del aire, regular el microclima y recreación; el tipo de vegetación es bosque de encino, encino-pino y matorral xerófilo. Actualmente su principal problema es la alta mortandad de árboles de encino que está causando una declinación de sus bosques.

La declinación de bosques de angiospermas se ha documentado en Norteamérica desde principios de 1900 (McIlveen *et al.*, 1986), de acuerdo con Rizzo *et al.* (2002), Garbelotto *et al.* (2001), Tainter *et al.* (2000), la muerte de árboles de encinos no es un fenómeno nuevo, éstos mueren por causas bióticas y abióticas, frecuentemente este fenómeno se presenta por una combinación de múltiples factores. La destrucción del hábitat, la contaminación, prácticas silvícolas inadecuadas, la deficiencia de nutrimentos en el suelo y fuertes variaciones de temperatura y humedad son factores que crean condiciones favorables para el desarrollo del fenómeno.

Al respecto, la zona de estudio se caracteriza por falta de manejo silvícola en el pasado, se tienen antecedentes de fuertes nevadas ocurridas en 1997 y 2002, así como fuertes sequías acompañadas de incendios en 1998 (SEMARNAT, 2001).

Un diagnóstico sanitario forestal realizado en la entidad de Guanajuato por Sánchez *et al.* (1998), reveló para la “Sierra de Cuatralba”, la cual colinda con el

área estudiada que el vigor de los bosques de encino es bueno.

En el mismo estudio, Sánchez *et al.* (1998) reportaron que los principales agentes dañinos de los árboles de encino fueron avispas que forman agallas y dañan el follaje; *Agrilus* spp., insecto cuyas larvas producen lesiones en ramas por donde se pueden introducir hongos que causan pudriciones o canchales; *Gnathotrichus* spp., insecto que barren ramas pequeñas y algunas especies manchan la madera; *Phoradendron schumannii* Trel. (injerto), planta parásita que daña las ramas distorsionándolas y formando nudos en el lugar de inserción; *Curculio occidentalis* (Casey), insecto cuyas larvas se alimentan de los cotiledones de la semilla mermando la capacidad de regeneración. El nivel de infestación por estos agentes fue considerado tolerable.

Manion y Lachance (1992), Stack y Lamery (1995), Wegulo y Gleason (2001), reportan que los factores abióticos como las sequías, heladas, nevadas, granizadas, inundaciones, incendios y vientos están fuertemente asociados con el inicio de declinación forestal, ya que causan estrés y los daños que ocasionan proporcionan un punto de entrada a los agentes bióticos predisponiendo a los árboles al ataque de patógenos oportunistas como los hongos que incrementan el daño acelerando la mortandad.

Sánchez *et al.* (1998) reportaron que las heladas extremas ocasionan un severo daño a los encinos al presentarse la formación de hielo en el interior de los tejidos. Los cristales de hielo que se forman dentro de la célula causan una afectación letal a las membranas y organelos. En el follaje se tiene un quemado de las hojas; en el tallo puede causar una muerte descendente, ruptura

longitudinal en la base del tronco o lesiones a manera de parches en las partes más expuestas. Estas lesiones permiten que patógenos oportunistas infecten las estructuras afectadas e incrementen el daño, en particular los canchales difusos, dichos patógenos se hacen notar en años posteriores.

Los hongos, por la capacidad de penetración de sus hifas y en su condición de patógenos, son capaces de descomponer la madera invadiendo sus tejidos internos; como saprofitos, sus enzimas digestivas intervienen en la degradación de la celulosa y la lignina (Deacon, 1993). Varias especies del género *Nectria* han sido encontradas causando canchales sobre el fuste en plantaciones forestales de teca (*Tectona grandis* L. f.), pochote (*Bombacopsis quinatum* Jacq.) Dugand, melina (*Gmelina arborea* Roxb) y otras de menor importancia (Arguedas *et al.*, 1995). Entre los árboles más susceptibles a *Nectria* se citan las especies de encinos rojos como *Quercus rubra* L. (Ward *et al.*, 1999, Solomon *et al.*, 2000).

El objetivo de este trabajo es contribuir al conocimiento sobre la mortandad y declinación de los bosques de encinos en “Sierra de Lobos”, mediante la determinación de las especies susceptibles, la identificación y comportamiento del agente causal y la estimación del nivel de infestación.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para estudiar el problema de la alta mortandad y declinación de los árboles de encino en “Sierra de Lobos”, se realizó un reconocimiento mediante cuatro recorridos de campo visitándose los predios “Vergel de la Sierra”, “Pocitos-Lobos” y “Pozo Redondo”,

los cuales se consideraron como representativos de tal problema. Se inspeccionó una superficie aproximada de 5500 hectáreas y se recorrieron rodales en un intervalo de 2520 a 2690 m.s.n.m.

En los rodales de los predios inspeccionados con evidencia de daño e infestación por el patógeno causante de la micosis, se colectaron muestras de material fitopatológico para su identificación taxonómica, así como muestras botánicas para la identificación de las especies que conforman los bosques de encino y que son atacadas por el patógeno.

Se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa del daño, mediante un muestreo se determinó el nivel de infestación. Se tomaron muestras de 777 árboles individuales en 24 sitios de muestreos levantados, el tipo de muestreo fue sistemático y los sitios fueron circulares de dimensión fija de 0.1 ha (Vázquez, 1993; Lara y Espinoza, 1994), con una distancia entre sitios de 150 m y entre líneas de 200 m, éstas se orientaron en sentido norte-sur. Los rodales que conforman los bosques de encinos de "Sierra de Lobos" son homogéneos y coetáneos, razón por la que el número de sitios levantados se consideró adecuado y representativo de la población de rodales con problemas de alta mortandad.

Para determinar la influencia de algunos factores en el fenómeno de estudio, en cada sitio de muestreo se tomaron datos de variables fisiográficas como cobertura, exposición, pendiente y altura sobre el nivel del mar, y variables dendrométricas como especie, número de rebrotes, diámetro, altura total, altura de fuste limpio, área basal y volumen total. También en cada sitio se hicieron observaciones respecto a la presencia y tipo de pastoreo, actividades de recreación, sa-

neamiento, clandestinaje, erosión y afectación del arbolado por incendios forestales. La variable respuesta fue el nivel de infestación, para lo cual, de acuerdo con Sánchez *et al.* (1998), Luque *et al.* (2001), y Swiecki y Bernhardt (2001) se definió una clasificación que agrupa cinco categorías que se describen en el cuadro 1.

Con los datos obtenidos se realizó un análisis numérico, para cada variable dendrométrica en cada nivel de infestación se calculó el promedio de árboles por hectárea y especie. Para determinar el efecto de las variables fisiográficas y las dendrométricas en el nivel de infestación, se utilizó el procedimiento estadístico denominado análisis multivariado utilizando el paquete SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Identificación y susceptibilidad de especies de encino presentes

Las especies de encinos presentes en la zona de estudio fueron identificadas como *Quercus eduardii* Trel. que se conoce en la región como palo colorado, *Q. potosina* Trel., *Q. laeta* Liebm., *Q. obtusata* Humb. et Bonpl., que son especies comúnmente conocidas en la zona de estudio, como palo blanco y *Q. rugosa* Née conocida como palo prieto.

### Identificación y comportamiento del agente causal de la micosis

Con base en las observaciones realizadas en los recorridos de campo y al trabajo de laboratorio de las muestras colectadas, se determinó que la micosis e infestación es causada por un efecto combinado de los hongos *Nectria galligena* Bres. e

**Cuadro 1.** Clasificación del nivel de infestación del arbolado.

Nivel	Categoría	Descripción
1	Sano	Condición o aspecto del árbol en el que por simple inspección visual no presenta evidencia de daño o síntomas por algún patógeno, por lo que se considera que no existe afectación.
2	Bajo	Mínima evidencia de daño o síntoma de ataque ocasionado por algún patógeno, corresponde a afecciones ligeras en fuste, ramas o follaje, del cual el árbol es capaz de recuperarse.
3	Medio	Daño considerable provocado por algún patógeno en no más del 50% del fuste, ramas y follaje, el daño presente es de moderada intensidad.
4	Alto	Infestación mayor al 50% ya sea del fuste, ramas o follaje, se caracteriza por un ataque severo de algún patógeno, en este caso el árbol no tiene posibilidades de recuperarse.
5	Muerto	El árbol se encuentra muerto como consecuencia de un fuerte ataque por algún patógeno, pero aún se mantiene erguido.

*Hypoxylon thouarsianum* (Lév.) Lloyd, los cuales deterioran fuertemente y en forma agresiva a todas las especies de encino presentes, causando una enfermedad cuya consecuencia es una rápida pérdida de vigor, muerte del arbolado y finalmente declinación de los bosques de encinos (figura 1).

El ataque inicial de *N. galligena* es causando deterioro en la base del fuste y ramas laterales de los árboles que han estado bajo estrés por sequía y heladas provocando pudrición y pérdida de la corteza, la infección se dirige mayormente hacia el cambium y el xilema, esta situación característica coincide con lo reportado por Ward *et al.* (1999), Solomon *et al.* (2000), y Wegulo y Gleason (2001) quienes indican que *Nectria* es la causa principal de la enfermedad,

clasificándose entre los canchros más destructivos de árboles de maderas duras, sobre todo cuando éstos han padecido estrés por sequía, alta humedad o daño por heladas. El hongo fitopatógeno crea de manera secundaria las vías de entrada para que otros hongos, bacterias, virus e insectos xilófagos aceleren la declinación y muerte de los encinos.

La condición de debilitamiento, agrietamiento y pérdida de la corteza provocada por factores abióticos y *Nectria* es aprovechada para que *H. thouarsianum* se establezca rápidamente y colonice la corteza interna, albura y duramen, esta situación es similar a la reportada por Vannini y Valentini (1994), Navarro *et al.* (s/f), Solomon *et al.* (2000), Luque *et al.* (2001), para *H. atropunctatum* (Schwein.: Fr.) Cooke e *H. mediterraneum*

*a)**b)**c)*

**Figura 1.** *a)* Condición del arbolado; *b)* Síntoma primario de la micosis; *c)* Formación de cancro difuso.

(De Not.) Mill. en *Q. alba*, *Q. rubra* L. y *Q. suber* L. encinos de E. U. y España. Aunque *Hypoxylon* generalmente es reportado como un agente secundario en árboles que han sufrido estrés por sequía o padeciendo enfermedad, en este caso se encontró como patógeno principal actuando en combinación con *N. galligena*.

Del mismo modo, mientras que Arguedas *et al.* (1995) reportan a *N. galligena* actuando como saprofito y en tal condición no causa una enfermedad con graves daños, el PFC (s/f) y Romero (1993), señalan que este hongo puede convertirse en patógeno parasitando y colonizando tallos y ramas susceptibles debilitadas por daño mecánico o estrés fisiológico.

Durante la temporada de sequía, los hongos se hospedan en la corteza del tallo y ramas laterales, condición en que está presente una alta concentración de esporas. El síntoma primario de la micosis es la aparición de un cancro de coloración negruzca sobre la superficie de la corteza del fuste, posteriormente sobre la misma zona afectada emerge un exudado viscoso cristalino (figura 2a) con fuerte olor característico. Los hongos infestan la corteza de árboles que han sufrido estrés por sequía y daños por heladas, principalmente en partes en donde el tallo se bifurca y presenta agrietamiento o en su caso donde alguna rama fue desprendida por poda natural, la infestación se presenta después que el agua de lluvia arrastró hacia estas partes a las esporas. Se presenta degradación y pudrición de la corteza ocasionando la ruptura de la misma, lo que, de acuerdo con Tattar (1978), Ward *et al.* (1999), es debido a los efectos de toxinas o secreción de enzimas.

La acción combinada de los hongos da lugar a la formación de canchales difusos (figura 2b), de acuerdo con lo reportado por Tattar (1978) y Shigo (1997), éstos se forman y extienden rápidamente debido a que el crecimiento radial del árbol es menor en comparación con la tasa de crecimiento de los hongos, llegando a provocar la muerte del cambium y a estrangular las partes afectadas. Lo anterior da paso a que los árboles atacados sean fáciles de fracturarse y resquebrajarse por efecto del viento debido a la alta densidad de su madera y a que su resistencia mecánica disminuye.

Conforme la infestación avanza, ésta pasa de la corteza al interior de la madera causando pudrición del xilema principalmente del duramen (figura 3a), así mismo se extiende de manera ascendente a lo largo del fuste y ramas en forma de franjas lisas que crecen en ancho y longitud llegando en ocasiones a abarcar completamente el diámetro del árbol sobre todo cuando éste es muy delgado (figura 3b); esta situación, de acuerdo con Luque *et al.* (2001), provoca el bloqueo de la circulación de los nutrientes, lo que conlleva a un incremento en el debilitamiento del árbol, ocasionando la muerte parcial o total de ramas, tallo y por tanto del árbol mismo.

La mayor severidad del deterioro se presenta principalmente en rodales en los que no se realizó manejo y en consecuencia la regeneración se presentó por rebrotes a los cuales no se les aplicó tratamiento silvícola alguno, desarrollándose de dos hasta 14 rebrotes por tocón de cada árbol extraído, mismos que ahora constituyen el bosque actual de segundo y tercer crecimiento, tales rebrotes presentan un crecimiento limitado tanto en altura como en diámetro, cir-



**Figura 2.** a) Pudrición de corteza y xilema; b) Cancro creciendo en forma ascendente; c) Emisión de brotes en respuesta de sobrevivencia.



cunstancia que facilita la infestación y provoca la rápida muerte del individuo, además, se determinó que los tocones de los árboles del bosque original constituyen el foco de infección para los rebrotes.

El árbol infestado se caracteriza por presentar sectores de la copa en diferentes estados de afectación y varias ramas muertas, cubriéndose de algas, musgo y líquenes, en respuesta por sobrevivir emite pequeños pero múltiples brotes sobre el fuste (figura 4), situación que, de acuerdo con Navarro *et al.* (s/f), es indicativa del alto nivel de infestación y de que el árbol está próximo a morir. La presencia de otras especies de hongos como *Aspergillus*, *Alternaria* y *Pestalotia* spp. e insectos barrenadores y descortezadores considerados como secundarios son simplemente indicativos de lo avanzado de la enfermedad, en esta última etapa de infestación de los árboles, el desarrollo de los cuerpos fructíferos de *N. galligena* y *H. thoursianum* se incrementa sobre el tallo y ramas de árboles infestados e incluso en los árboles muertos ya caídos. Se piensa que las fuertes nevadas ocurri-

das en diciembre de 1997 y en enero del 2002, así como las fuertes sequías acompañadas de incendios presentados en 1998 y la actual presencia de la micosis fueron los factores que actuaron en forma combinada para que se diera un efecto detonador y que actualmente se tenga el problema de alta mortalidad y declinación de los bosques de encinos.

Aun cuando se determinó que todas las especies son afectadas por *Nectria* e *Hypoxylon* spp., *Q. eduardii* fue el más susceptible a estos agentes biológicos, seguido de *Q. potosina*, *Q. laeta* y *Q. obtusata*; *Q. rugosa* resultó ser menos susceptible, este resultado se explica en parte a que de acuerdo con Panshin y De Zeeuw (1980), sólo el primero pertenece al grupo de los encinos rojos que se caracterizan por tener un bajo contenido de extractivos y tilosas en comparación con el grupo de los encinos blancos, lo que hace suponer que la mayor concentración de tñides en estos últimos limitan el libre tránsito del micelio en las células de la madera reduciéndose el avance de la infestación.

**Cuadro 2.** Valores promedios de variables dendrométricas por especie.

Especie	Altura (m)	Diámetro (cm)	Núm. de rebrotes	Área basal (m <sup>2</sup> )
<i>Q. eduardii</i>	6.60	11.15	2.5	0.0109
<i>Q. potosina</i> *	6.60	12.00	2.0	0.0128
<i>Q. rugosa</i>	8.00	12.80	2.5	0.0145
Total	6.80	11.90	2.3	0.0125

\*Están también incluidos *Q. laeta* y *Q. obtusata*.

Cuadro 3. Porcentaje del nivel de infestación en bosques de encino en "Sierra de Lobos".

Predio	Especie	Nivel de infestación (%)					
		Bajo	Medio	Alto	Sano	Muerto en pie	Total
Vergel de la Sierra	<i>Q. rugosa</i>	35.29	20.59	5.88	2.94	2.94	67.65
	<i>Q. potosina</i> **	2.94	2.94	2.94	0.00	0.00	8.82
	<i>Q. eduardii</i>	5.88	11.76	2.94	0.00	2.94	23.53
	Total	44.12	35.29	11.76	2.94	5.88	100.00
Pocitos-Lobos	<i>Q. rugosa</i>	43.75	6.25	2.08	0.00	0.00	52.08
	<i>Q. potosina</i> **	16.67	4.17	0.00	6.25	0.00	27.08
	<i>Q. eduardii</i>	6.25	8.33	4.17	0.00	2.08	20.83
	Total	66.67	18.75	6.25	6.25	2.08	100.00
Pozo Redondo	<i>Q. rugosa</i>	11.54	19.23	7.69	0.00	0.00	38.46
	<i>Q. potosina</i> **	3.85	7.69	3.85	0.00	0.00	15.38
	<i>Q. eduardii</i>	3.85	7.69	26.92	0.00	7.69	46.15
	Total	19.23	34.62	38.46	0.00	7.69	100.00
General	<i>Q. rugosa</i>	28.13	15.63	6.25	3.13	3.13	56.25
	<i>Q. potosina</i> **	6.25	3.13	3.13	3.13	0.00	15.63
	<i>Q. eduardii</i>	3.13	9.38	12.50	0.00	3.13	28.13
	Total	37.50	28.13	21.88	6.25	6.25	100.00

\*\*Están también incluidos *Q. laeta* y *Q. obtusata*.

Otro hecho que explica que *Q. eduardii* sea más susceptible es que presenta un menor crecimiento en altura y diámetro y por tanto menor área basal en comparación con *Q. rugosa* (cuadro 2), lo cual coincide con lo reportado por Luque *et al.* (2001) quienes indican que árboles con crecimiento limitado y dominados son más susceptibles al ataque por patógenos. En general, se observó que a menor densidad de copa, menor diámetro del fuste y la presencia de un mayor número de rebrotes, el ataque se presenta con mayor intensidad.

### Nivel de infestación

El nivel de infestación promedio de los bosques de encino de “Sierra de Lobos” fue del 87.5%. En el cuadro 3 se presenta el nivel de infestación por predio y general determinado por especie y hectárea.

La especie más susceptible y con el mayor valor en el nivel de infestación en la categoría de alto corresponde a *Q. eduardii*, en tanto que *Q. rugosa* presenta los mayores valores en la categoría de bajo, indicativo de que pueden recuperarse, lo que confirma lo ya citado en el sentido de que esta especie es comparativamente la más susceptible y la segunda más resistente a la micosis, respectivamente.

El predio más afectado por la micosis fue “Pozo Redondo”, con un nivel de infestación del 38.46% en la categoría de alto, de la misma forma presenta el mayor valor en la categoría de muerto en pie con un 7.7% y un 0% en la categoría de sano. El predio “Pocitos-Lobos”, fue el menos afectado puesto que aun cuando el 66.7% del arbolado se clasificó en la categoría del nivel de infestación como bajo, éstos tienen una alta probabilidad de recuperarse, del mismo

modo presenta también el valor más alto en la categoría de sano y el valor más bajo en cuanto al arbolado muerto en pie con un 6.2% y 2.0% respectivamente. Por su parte, el predio “Vergel de la Sierra” presentó una condición intermedia con respecto a los predios anteriores.

Con relación al efecto de las variables fisiográficas, se determinó que influyeron la exposición y la pendiente; en pendientes menores al 35% el efecto en el nivel de infestación fue estadísticamente significativo (con  $p < 0.05$ ). Con respecto a la exposición, se determinó que el nivel de infestación se incrementa en exposiciones norte y sus variables (noreste y noroeste), en tanto que exposiciones sur presentaron un nivel de infestación menor.

Este resultado coincide con Ward *et al.* (1999) y Solomon *et al.* (2000) quienes señalan que el nivel de infestación está en función de las características del arbolado además de la calidad de sitio, edad y vigor del arbolado, condiciones ambientales, prácticas culturales, compactación del suelo e intensidad de daños mecánicos. Por su parte, Swiecki y Bernhardt (2001) encontraron que la pendiente, exposición y cobertura son variables que no tienen efecto alguno en el riesgo a la infestación y daño ocasionado por *Phytophthora* spp. en *Q. agrifolia* Née.

En cuanto al efecto de las variables dendrométricas, se determinó que a menor diámetro, altura y área basal así como a un mayor número de rebrotes el nivel de infestación se incrementa, este resultado es contrario al encontrado por Swiecki y Bernhardt (2001), quienes indicaron que estas variables no influyen en la tasa de infestación producida por *Phytophthora* spp. en *Q. agrifolia* y que un número mayor de

rebrotos le da al árbol mayor probabilidad de sobrevivir.

El resultado aquí encontrado se explica en parte al hecho de que en el pasado no se realizaron actividades de manejo al bosque, por lo que derivado de la remoción del arbolado padre, la regeneración se dio únicamente por rebrotos, de tal forma que ahora se tienen rodales de segundo y tercer crecimiento en donde en el lugar de cada árbol padre ahora pueden encontrarse hasta 14 rebrotos, siendo más común un número de 5 a 7, todos con un bajo desarrollo en diámetro y altura.

Se observó que el efecto combinado de actividades de cambio de uso del suelo como fuerte pastoreo y alta intensidad de recreación, además de la falta de saneamiento, presencia de arbolado enfermo derribado, ocurrencia de incendios forestales y suelos someros crean condiciones favorables para que la infestación sea mayor sobre todo en áreas con poca pendiente y baja cobertura, principalmente en lomeríos y pequeñas mesetas.

### CONCLUSIONES

Los principales agentes biológicos responsables de la declinación de los bosques de encino en “Sierra de Lobos” son el efecto combinado de *Nectria galligena* e *Hypoxylon thouarsianum* quienes constituyen una fuerte micosis con comportamiento agresivo.

La declinación de los encinos en “Sierra de Lobos” está asociada a procesos de disturbio climático, básicamente estrés por sequía y por temperaturas extremas ocasionadas por heladas e incendios forestales.

El nivel de infestación por hectárea fue del 87.5%, correspondiendo el 21.8 % a la categoría de alto. *Q. eduardii* es la especie más susceptible a la infestación por los hongos en tanto que *Q. rugosa* es comparativamente resistente a la micosis.

A menor diámetro y altura y a un mayor número de rebrotos, el ataque se presenta con mayor intensidad, siendo mayor el nivel de infestación. Las variables fisiográficas que tuvieron efecto sobre el nivel de infestación fueron la exposición y la pendiente.

### LITERATURA CITADA

- Arguedas, M.; P. Chaverri, P. y C. Miller, C., 1995. “Cancro *Nectria* en especies forestales”. Serie No. 18: *Plagas y Enfermedades Forestales*. Departamento de Ingeniería Forestal, Centro de Información Tecnológica, ITCR: Cartago, Costa Rica. 8 pp.
- Deacon, J.W., 1993. *Introducción a la micología moderna*. Limusa, Grupo Noriega eds.: México, DF, 350 pp.
- Garbelotto, M.; P. Svihra y D. M. Rizzo, 2001. “New pests and plant diseases Sudden oak death syndrome fells 3 oak species”. *California Agriculture*, January-February **55**:9-19 pp.
- Lara R., M. E. y J. M. Espinosa C., 1994. “Sitios de dimensiones fijas contra sitios de dimensiones variables”. *Cien. For. en Méx.*, **19**(75):105-123.
- Luque, J.; J. Parladé y J. Pera, 2001. “El decaimiento del alcornoque en Cataluña: síntomas y hongos asociados”. *Sist. Recur. For.*, **10**(2):271-289.

- Manion, P. D. y D. Lachance, 1992. *Forest decline concepts*. APS Press, St. Paul, MN. 249 pp.
- McIlveen, W. D.; S. T. Rutherford y S. N. Linzon, 1986. *A historical perspective of sugar maple decline within Ontario and outside of Ontario*. Report ARB-141-86-Phyto. Air Resources Branch, Ontario Ministry of the Environment. Toronto. s/p.
- Navarro C. R., Ma.; P. Fernández R., J. Ruiz N. y Á. Vidiella S. (s/f). *El síndrome de la seca en masas de Quercus spp. en Andalucía*. Departamento de Ingeniería Rural - Unidad de Silvopascicultura y Repoblaciones. <http://www.cma.juntaandalucia.es/ponencias/1391.htm>. (8 de Enero de 2003).
- PFC (Pacific Forestry Centre). s/f. [http://www.pfc.forestry.ca/diseases/CTD/Group/Canker/canker7\\_e.html](http://www.pfc.forestry.ca/diseases/CTD/Group/Canker/canker7_e.html) (20 de Enero de 2003).
- Panshin, A. J. y De Zeeuw, C., 1980. *Textbook of wood technology*. New York. U S A, McGraw-Hill. 4a. ed. 722 pp.
- Rizzo, D. M.; M. Garbelotto, J.M. Davidson, G. W. Slaughter and S.T. Koike, 2002. "Phytophthora ramorum as the cause of extensive mortality of Quercus spp. and Lithocarpus densiflorus in California". *Plant Disease*, **86**:205-214.
- Romero, C. S., 1993. *Hongos fitopatógenos*. 1a. reimpr. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 347 pp.
- Sánchez, C. R.; A. Zamudio V., D. Cibrian T. y J. Sánchez S., 1998. *Diagnóstico Sanitario Forestal del estado de Guanajuato*. Gobierno del estado de Guanajuato. Secretaría de Desarrollo Agropecuario y Rural. 88 pp.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), 1994. *Inventario Nacional Forestal Periódico 1992-1994*.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales), 2001. *Diagnóstico sanitario forestal en el estado de Guanajuato*. Delegación Federal en el estado de Guanajuato. Irapuato, Gto. s/p.
- Shigo, A. L., 1997. *A new tree biology. Facts, photos, and philosophies on trees and their problems and proper care*. Eighth Printing, New Hampshire. USA. 618 pp.
- Stack, R. W. y Lamery, H. A., 1995. *Deciduous tree diseases*. North Dakota State University. Extension Service. 647 pp.
- Swiecki, T. J. y Bernhardt, E. A., 2001. *Evaluation of stem water potential and other tree and stand variables as risk factors for Phytophthora canker development in coast live oak and tanoak*. State and Private Forestry, USDA. Forest Service. Vallejo, CA. 31 pp.
- Solomon, D.; F. I McCracken, R. L. Anderson, R. Lewis, Jr., F. L. Oliveira, T. H. Filer y P. J. Barry, 2000. *Oak pests - A guide to major insects, diseases, air pollution and chemical injury*. United States Department of Agriculture. Forest Service. Southern Region. Southern Research Station. s/p. <http://fhpr8.srs.fs.fed.us/pubs/oakpests/contents.html> (28 de octubre de 2002).

- Tainter, F. H., J. G. O'Brien, A. Hernández, F. Orozco y O. Rebolledo, 2000. "Phytophthora cinnamomi as a cause of oak mortality in the state of Colima, Mexico". *Plant Disease*, **84**(4):394-398.
- Tattar, A. T., 1978. *Diseases of shade trees*. 2a ed. Academic Press Inc. London, England. 361 pp.
- Vázquez, C. I., 1993. "Determinación de tipo de sitio para evaluar rodales infectados por muérdago enano (*Arceuthobium globosum* Hawksworth et Wiens)". *Cien. For. en Méx.*, **18**(78):77-103.
- Vannini, A. y Valentini, R., 1994. "Influence of water relations on *Quercus cerris*-*Hypoxylon mediterraneum* interaction: a model of drought-induced susceptibility to a weakness parasite". *Tree Physiol.*, **14**, 129-139.
- Ward, S. J.; L. Anagnostakis S. y F. Ferrandino J., 1999. *Stand dynamics in Connecticut hardwood forests the old series plots (1927-1997)*. The Connecticut Agricultural Experiment Station, New Haven. Bulletin 959. 29 pp.
- Wegulo, S. y M. Gleason, 2001. *Fungal cankers of trees*. Department of Plant Pathology. Iowa State University. Ames, Iowa. 8 pp.