

# HONGOS ASOCIADOS CON ENCINOS EN LA PORCIÓN NOROESTE DE LA SIERRA DE PACHUCA, HIDALGO

M. M. Mendoza-Díaz<sup>1</sup>, F. Zavala-Chávez<sup>2</sup>; E. Estrada-Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Asistente de Investigación. INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. Km. 18.5 Carretera Los Reyes-Lechería, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

Correo-e: magdammd@hotmail.com. y mmagdalenamd@yahoo.com.mx

<sup>2</sup>Profesores-Investigadores de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. Correo-e: fer21za@hotmail.com

## RESUMEN

Con la finalidad de determinar las especies de hongos asociadas con encinos en áreas de su distribución natural en la sierra de Pachuca, Hgo., se seleccionaron tres sitios con presencia de encinos como elemento estructural importante en la vegetación de la porción noroeste de la región. En cada sitio se trazaron parcelas para observación, donde se recolectaron cuerpos fructíferos de hongos y muestras de especies de encino en bosque de *Quercus mexicana* (BQM), bosque de oyamel-encino (BOE) y bosque de *Quercus obtusata* (BQO), de julio a noviembre de 2002; posteriormente, se determinaron las especies del material recolectado. Los datos registrados en campo se analizaron mediante el valor de importancia (V.I.) y coeficiente de asociación de especies (V), además de consultarse literatura especializada para determinar las especies de hongos. Se registraron seis especies de encinos y 37 de hongos micorrízicos. El BOE presentó el menor número de especies de hongos micorrízicos y las mejores características de fertilidad de suelo con respecto a los otros sitios. Las especies micorrízicas de hongos con mayor V.I. fueron *Lactarius thynos*, *Inocybe sororia*, *Russula paludosa*, *R. xerampelina*, *Lycoperdum perlatum*, *Psathyrella spadicea*, *Russula* aff. *olivacea* y *Lactarius croceus*. Sin embargo, *Amanita flavoconia*, *Clitocibe gibba*, *Inocybe sororia*, *Lactarius piperatus*, *Russula emetica*, *R. densifolia* y *R. decolorans* mostraron coeficientes de asociación positivos con las especies de encinos.

**PALABRAS CLAVE:** riqueza de especies, Parque Nacional El Chico, bosque de encino, hongos micorrízicos.

## MUSHROOMS ASSOCIATED WITH OAKS IN THE NORTHWEST PART OF SIERRA DE PACHUCA, HIDALGO

### SUMMARY

Because of the purpose of determining the species of mushrooms associated with oaks in areas of natural distribution in the Sierra de Pachuca, Hgo., three sites with oaks as an important structural element in the vegetation of the Northwest part of the region were selected. In each site several plots were marked out for observation, where fructiferous bodies from mushrooms were collected and botanical samples of oak species in *Quercus mexicana* forest (QMF), fir-oak forest (FOF) and *Quercus obtusata* forest (QOF), since July to November 2002. Subsequently, species of the collected samples were identified. Registered field data was analyzed through value importance (I. V.) and the species association coefficient, besides the consult of specialists and appropriate literature to identify mushrooms species. Six oak species and 37 species of mycorrhizal mushrooms were registered. The FOF presented the smallest mycorrhizal mushrooms species number, but it had the best soil fertility characteristics than others. mycorrhizal mushrooms species with greater I. V. were *Lactarius thynos*, *Inocybe sororia*, *Russula paludosa*, *R. xerampelina*, *Lycoperdum perlatum*, *Psathyrella spadicea*, *Russula* aff. *olivacea* and *Lactarius croceus*. However, *Amanita flavoconia*, *Clitocibe gibba*, *Inocybe sororia*, *Lactarius piperatus*, *Russula emetica*, *R. densifolia* and *R. decolorans* showed positive coefficients of association with several oak species.

**KEY WORDS:** Species richness, oak forest, National park El Chico, mycorrhizal mushrooms.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente la degradación de los ecosistemas forestales es motivo de preocupación para la sociedad. Los programas de reforestación son útiles para la recuperación de los mismos, pero las plántulas utilizadas deben estar provistas de micorrizas (Pulido, 1994). Esto justifica la búsqueda de información acerca de hongos micorrízicos que deban o puedan seleccionarse para la inoculación de plantas. El conocimiento de los hongos asociados con especies de árboles en México es demasiado escaso, particularmente con plantas del género *Quercus*. No obstante, la riqueza de especies de los hongos que viven en los bosques de encinos sin duda es importante, pero aún se ignora cuáles son las que crecen en esos tipos de vegetación y, más todavía, las que establecen interacciones mutualistas formando micorrizas con encinos.

El género *Quercus* se distribuye ampliamente en México (Rzedowski, 1978; Zavala, 1998), pero ha sido poco estudiado, con relación a su asociación natural con hongos. La regeneración natural de los encinos a partir de bellotas es limitada, debido a que implica un proceso largo y complicado (Zavala, 2001), y a que varias especies de fauna silvestre se alimentan de bellotas (Zavala y García, 1996). Además, en general, el hábitat de los encinos padece una acentuada perturbación en el país. Ante esta situación, los encinos al poseer una estructura micorrízica, obtienen beneficios que les permite su permanencia en tales hábitats. Pritchett (1986) menciona que algunos hongos endomicorrízicos estimulan más el crecimiento de los árboles de maderas duras (v.gr. encinos) que otros; sin embargo, las especies de hongos que habitan en áreas de encinar sólo rara vez se mencionan en la literatura.

El presente estudio tuvo como objetivo determinar las especies de hongos que están relacionadas con encinos en la sierra de Pachuca, Hgo., y cuáles de ellas cabe esperar que se asocien mediante formación de micorriza con éstos. Para esto, el registro de especies de hongos micorrízicos de la literatura como base. Mediante este trabajo se ha pretendido sentar las bases para futuras investigaciones, enfocándose principalmente en las especies de hongos con posibilidades micorrízicas para la inoculación de especies de encinos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en la porción noroeste de la sierra de Pachuca, Hidalgo, en terrenos del Parque Nacional El Chico, poblado Carboneras y ejido El Cerezo, dentro de los municipios de Mineral El Chico y Pachuca de Soto, entre las coordenadas geográficas 19° 45' y 20° 42' latitud norte y 98° 27' y 98° 08' longitud oeste (Anónimo, 1988). Se eligieron tres sitios con presencia de encinos como elemento estructural importante de la vegetación, los cuales correspondieron a bosque de *Quercus mexicana* (BQM),

bosque de *Quercus obtusata* (BQO) y bosque de oyamel-encino (BOE). Se delimitó 1 ha para cada uno y, dentro de ésta, se trazaron al azar 10 parcelas de 100 m<sup>2</sup> cada una, las cuales se delimitaron con estacas. En cada sitio se registraron los datos de exposición, altitud y cobertura vegetal. Además, se tomó una muestra de suelo superficial para obtener datos generales de fertilidad, particularmente de pH, materia orgánica, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn y clasificación textural.

En cada parcela de 100 m<sup>2</sup> se registró cada individuo y especie de encino presente, así como los cuerpos fructíferos y especie de hongos. A los encinos se les midió el diámetro en la base y a los hongos el diámetro de los cuerpos fructíferos, lo cual se usó para la estimación de cobertura ("dominancia"). Con esos datos también se estimó la densidad y frecuencia de las especies registradas, que a su vez sirvió para determinar el valor de importancia (V.I.) (Mueller-Dombois y Ellenberg, 1974) y el coeficiente de asociación de especies de encinos y hongos (V) (Krebs, 1982). Paralelamente, se recolectaron muestras de hongos y de encinos de julio a noviembre de 2002, época en que suele presentarse mayor emergencia de cuerpos fructíferos (Mohedano, 1992). De cada muestra se anotaron los datos necesarios para su posterior identificación (Guzmán, 1977). El material recolectado se secó inmediatamente en una secadora para muestras botánicas; de los cuerpos fructíferos se obtuvo la esporada para apoyar la identificación de especies, además de basarse en características micro y macroscópicas y fotografías tomadas en campo; se utilizaron claves y documentos ilustrativos especializados, principalmente sobre hongos de América (Lincoff, 1981; Moser, 1978; Smith *et al.*, 1979, 1994; Guzmán, 1977). Sin embargo, debido a la dificultad para determinar la unión entre hifas de los hongos y raíces de los encinos en campo, también se realizó una revisión bibliográfica sobre las especies de hongos micorrízicos como complemento y para obtener una lista de hongos para los bosques de encino, particularmente del área de estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sitios seleccionados mostraron características particulares diferentes en altitud, exposición, composición florística y espesor del dosel (Cuadro 1), al igual que el nivel de fertilidad (Cuadro 2). El BOE difirió tanto del BQM como del BQO, en que presentó mayor contenido de materia orgánica (M.O. = 24.20 %), al igual que contenido de N, P, K, Ca y pH. El mismo sitio también mostró diferencias estructurales en el suelo (mayor proporción de arena y menor de limo y arcilla), con respecto a los otros dos (Cuadro 3). Tanto el BQM como el BQO fueron más semejantes entre sí (Cuadros 2 y 3).

Los resultados de cobertura vegetal y análisis de suelo referentes a fertilidad y clasificación textural de cada sitio (Cuadros 1, 2 y 3) mostraron que el BOE fue más rico en

**CUADRO 1. Resumen de datos de los sitios seleccionados para el trabajo de campo.**

Parámetro	Sitio I	Sitio II	Sitio II
Altitud (m)	2,810	2,500	2,490
Exposición	Norte	Oeste	Noroeste
Vegetación	Bosque de encino	Bosque de oyamel	Bosque de encino
Asociación	Bosque de <i>Quercus mexicana</i> (BQM)	Bosque de oyamel-encino (BOE)	Bosque de <i>Quercus obtusata</i> (BQO)
Espesor del dosel	Baja	Alta	Media
Localidad	Carboneras, Mineral El Chico	Parque Nacional El Chico, Mineral El Chico	Presa Jaramillo, ejido El Cerezo, Pachuca de Soto

**CUADRO 2. Datos de fertilidad del suelo en cada uno de los sitios.**

Sitio	pH	M.O. (%)	N mg·kg <sup>-1</sup>	P mg·kg <sup>-1</sup>	K mg·kg <sup>-1</sup>	Ca mg·kg <sup>-1</sup>	Mg mg·kg <sup>-1</sup>	Fe mg·kg <sup>-1</sup>	Cu mg·kg <sup>-1</sup>	Zn mg·kg <sup>-1</sup>	Mn mg·kg <sup>-1</sup>
BQM	4.56	7.53	29.12	12.71	509	1861	449	79.56	0.45	16.45	13.48
BOE	5.94	24.20	52.42	28.28	628	7441	435	52.24	0.36	8.07	20.17
BQO	5.35	8.07	24.75	10.82	596	3442	602	64.61	0.38	3.67	19.20

BQM = bosque *Quercus mexicana*; BOE = bosque oyamel-encino; BQO = bosque *Quercus obtusata*.

nutrientes y presentó mayor humedad. Pritchett (1986), y Alarcón y Ferrera-Cerrato (2000), señalan que la formación de micorrizas está influenciada por diferentes factores como fertilidad, textura y pH del suelo, así como intensidad de luz. Esto coincide con lo esperado, debido a que la mayor fertilidad del suelo, o suelos en general más ricos en nutrientes, forma parte de las condiciones menos adecuadas para el establecimiento de relaciones simbióticas hongo-planta (Zhou y Sharik, 1997).

**CUADRO 3. Clasificación textural del suelo de los sitios estudiados.**

Sitio	Arena	Limo	Arcilla	Clasificación textural
	%			
BQM	36.2	42.0	21.8	Franco
BOE	62.2	34.0	3.8	Franco-arenoso
BQO	44.2	40.0	15.8	Franco

BQM = bosque *Quercus mexicana*; BOE = bosque oyamel-encino; BQO = bosque *Quercus obtusata*.

Se registraron seis especies de encinos en los sitios muestreados, de las 20 especies reportadas para la sierra de Pachuca (Zavala, 1996). En el BQM se registraron *Quercus mexicana* y *Q. rugosa*; en el BOE *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Q. glabrescens* y en el BQO *Q. affinis*, *Q. obtusata*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*; el encino común en los tres sitios fue *Q. rugosa*. Las especies de hongos registradas fueron 52, de las cuales sólo 37 se consideran como formadoras de estructuras micorrízicas por los especialistas (Guzmán, 1977; Anónimo, 1998; García *et al.*, 1998; Zamora *et al.*, 2000), cantidad que correspondió a 71 % en el presente

trabajo. El sitio que presentó la menor riqueza de especies de hongos fue el de BOE. Por su parte, las especies de hongos *Russula emetica*, *R. paludosa* y *Tricholoma pardinum* se encontraron tanto en el BQM como en el BQO. Sin embargo, cabe señalar que los especialistas a menudo suponen la interacción micorrízica hongo-planta, por lo cual, para objetivos particulares, sería importante demostrar dicha asociación o mostrar las evidencias.

El BOE también presentó mayor espesor del dosel (Cuadro 1), comparado con los otros sitios, lo cual sugiere que se favorece la presencia de una mayor riqueza de especies de hongos supuestamente micorrízicos en dicho sitio, pero sólo se registraron cuatro especies de hongos en las fechas de recolecta. Lo anterior sugiere que tal vez sea necesario que, para futuras investigaciones, se considere mayor superficie de muestreo. De acuerdo con las características del BOE, mencionadas antes, éste parece presentar mejores condiciones para la micorrización que los bosques de encino (BQM y BQO), pero tal vez se requirió hacer recolectas durante mayor tiempo, ya que en ambos bosques la riqueza de especies de hongos fue mayor que en el BOE (Cuadro 4).

Las especies de hongos supuestamente micorrízicos con índice de importancia más alto fueron *Russula xerampelina*, que mostró amplia dominancia; seguida por *Lactarius croceus*, *Clitocybe gibba* y *Russula variata* en el BQM. Debido a la baja riqueza de especies, los índices de importancia de las cuatro especies registradas en el BOE fueron altos (Cuadro 4), en comparación con los valores de las especies de los otros dos sitios, donde la riqueza de especies fue mayor. En el BQO las especies más

importantes fueron *Russula paludosa*, que mostró ser ampliamente dominante, seguida por *R. aff. olivacea* y *Lactarius scrobiculatus*.

Acerca de la importancia ecológica de especies de hongos, resulta difícil discutir o hacer inferencia al respecto, pues no se contó con trabajos de este tipo. Sin embargo, los datos de este estudio coincidieron con Mohedano (1992), en que la familia más importante dentro de los sitios, por el número de especies registradas, fue Russulaceae. Asimismo, fue notable el valor de importancia de especies de esta familia, tanto en el BQM como en el BQO. No obstante, se requiere hacer evaluaciones en vivero, pues los datos presentados aquí sólo corresponden a lo observado en campo. Por su parte, los aspectos acerca de las especies de hongos que forman estructuras micorrízicas, de manera particular en lo relacionado con las asociaciones encino-hongo, merecen estudiarse detalladamente.

Los datos de coeficiente de asociación entre especies de hongos y de encinos (Cuadro 5) mostraron valores positivos entre *Quercus obtusata* y 18 especies de hongos. En orden descendente le siguió *Q. mexicana* con 17 especies; *Q. rugosa* con 16, *Q. laurina*, con 13, y *Q. affinis*, con 11 especies. La asociación positiva con más especies de hongos parece haberse debido principalmente a la superficie que ocuparon en el sitio. Por ejemplo, en el BQM *Q. rugosa* sólo ocupó 10 % del área total de la parcela, mientras que *Q. mexicana* fue dominante, ocupando el resto del área 90 %.

Comparando los índices de importancia y los coeficientes de asociación entre especies de hongos y de encino, se observa que no necesariamente la especie de hongo de mayor importancia en cada sitio estuvo asociada de manera positiva con las especies de encino. En general, las especies de hongos de mayor importancia fueron *Clitocybe gibba*, *Inocybe sororia*, *Lactarius croceus*, *L. scrobiculatus*, *L. thynos*, *Lycoperdon perlatum*, *Psathyrella spadicea*, *Russula aff. olivacea*, *R. paludosa*, *R. variata* y *R. xerampelina*. Sin embargo, las especies de hongos asociados positivamente con encinos distribuidos en cada sitio fueron *Amanita flavoconia*, *Clitocybe gibba*, *Inocybe sororia*, *Lactarius piperatus*, *Russula emetica*, *R. densifolia* y *R. decolorans*. *Clitocybe gibba* fue la única especie de hongo con índice de importancia alto (Cuadro 4), que se asoció positivamente con todas las especies de encino presentes en el sitio en el que se le registró (BQM).

En varios trabajos (Anónimo, 1998; García *et al.*, 1998; Mohedano, 1992; Zamora *et al.*, 2000) se mencionan algunas especies de hongos micorrízicos que se encuentran en encinares del estado de Hidalgo. Sin embargo, al comparar dichas especies con las registradas en esta investigación, se determinó que 57.9% correspondió a especies que no se encontraron registradas para el área de estudio, por lo tanto, resultaron en nuevos registros para la localidad. Estas especies fueron *Amanita pachycholea*, *Inocybe sororia*, *Lactarius aff. argillaceifolius*, *L. aff. sordidus*, *L. croceus*, *L. deliciosus*, *L. thynos*, *L. turpis*, *Ramaria aff. botrytis*, *R.*

**CUADRO 4. Relación de especies de hongos micorrízicos y sus índices de importancia relativos (VIR) en los tres sitios estudiados (BQM = bosque de *Quercus mexicana*, BOE = bosque de oyamel-encino, BQO = bosque de *Quercus obtusata*).**

BQM Especie	VIR	BOE Especie	VIR	BQO Especie	VIR
<i>Russula xerampelina</i>	23.49	<i>Lactarius tinos</i>	38.01	<i>Russula paludosa</i>	23.68
<i>Lactarius croceus</i>	10.72	<i>Inocybe sororia</i>	26.20	<i>Russula aff. olivacea</i>	12.67
<i>Clitocybe gibba</i>	9.92	<i>Lycoperdon perlatum</i>	21.04	<i>Lactarius scrobiculatus</i>	9.90
<i>Russula variata</i>	9.04	<i>Psathyrella spadicea</i>	14.16	<i>Cantharellus cibarius</i>	8.82
<i>Russula cyanoxantha</i>	7.33			<i>Tricholoma sp.</i>	7.46
<i>Amanita pachycholea</i>	5.37			<i>Ramaria aff. botrytis</i>	7.13
<i>Russula paludosa</i>	5.13			<i>Amanita flavoconia</i>	6.10
<i>Tricholoma columbeta</i>	3.89			<i>Laccaria amethystina</i>	3.56
<i>Clavariadelphus pistillaris</i>	3.28			<i>Russula emetica</i>	2.59
<i>Lactarius aff. sordidus</i>	3.05			<i>Amanita caesarea</i>	2.54
<i>Russula lutea</i>	2.87			<i>Russula brevipes</i>	2.54
<i>Lactarius aff. argillaceifolius</i>	2.70			<i>Russula densifolia</i>	2.34
<i>Russula laurocerasi</i>	2.67			<i>Lactarius piperatus</i>	2.21
<i>Amanita vaginata</i>	2.56			<i>Russula decolorans</i>	2.07
<i>Amanita gemmata</i>	2.55			<i>Ramaria caulifloriformis</i>	1.72
<i>Tricholoma pardinum</i>	1.91			<i>Boletus aestivalis</i>	1.61
<i>Helvella crispa</i>	1.85			<i>Tricholoma pardinum</i>	1.56
<i>Russula emetica</i>	1.67			<i>Lactarius indigo</i>	1.49
Suma	100.00		100.00		100.00

CUADRO 5. Datos de coeficiente de asociación entre las especies de encino y las de hongos.

Especies de hongos	Especies de encinos					
	<i>Q. affinis</i>	<i>Q. glabrescens</i>	<i>Q. laurina</i>	<i>Q. mexicana</i>	<i>Q. obtusata</i>	<i>Q. rugosa</i>
<i>Amanita caesarea</i>	-0.17 <sup>3</sup>	—	-0.17 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	0.51 <sup>3</sup>
<i>Amanita flavoconia</i>	0.38 <sup>3</sup>	—	0.22 <sup>3</sup>	—	0.33 <sup>2</sup>	0.05 <sup>3</sup>
<i>Amanita gemmata</i>	—	—	—	0.27 <sup>1</sup>	—	-0.11 <sup>1</sup>
<i>Amanita pachycholea</i>	—	—	—	0.41 <sup>1</sup>	—	-0.17 <sup>1</sup>
<i>Amanita vaginata</i>	—	—	—	0.27 <sup>1</sup>	—	-0.11 <sup>1</sup>
<i>Cantharellus cibarius</i>	0.22 <sup>3</sup>	—	-0.33 <sup>3</sup>	—	0.33 <sup>3</sup>	0.52 <sup>3</sup>
<i>Clavariadelphus pistillaris</i>	—	—	—	0.41 <sup>1</sup>	—	-0.17 <sup>1</sup>
<i>Clitocybe gibba</i>	—	—	—	0.09 <sup>1</sup>	—	0.51 <sup>1</sup>
<i>Helvella crispa</i>	—	—	—	0.27 <sup>1</sup>	—	-0.11 <sup>1</sup>
<i>Inocybe sororia</i>	—	0.38 <sup>2</sup>	0.3	—	—	0.22 <sup>2</sup>
<i>Laccaria amethystina</i>	-0.17 <sup>3</sup>	—	-0.17 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	-0.22 <sup>3</sup>
<i>Lactarius aff. argillaceifolius</i>	—	—	—	0.27 <sup>1</sup>	—	-0.11 <sup>1</sup>
<i>Lactarius aff. sordidus</i>	—	—	—	0.27 <sup>1</sup>	—	-0.11 <sup>1</sup>
<i>Lactarius croceus</i>	—	—	—	0.53 <sup>1</sup>	—	-0.22 <sup>1</sup>
<i>Lactarius indigo</i>	-0.17 <sup>3</sup>	—	-0.17 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	-0.22 <sup>3</sup>
<i>Lactarius piperatus</i>	0.67 <sup>3</sup>	—	0.67 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	0.51 <sup>3</sup>
<i>Lactarius scrobiculatus</i>	-0.33 <sup>3</sup>	—	0.22 <sup>3</sup>	—	0.33 <sup>3</sup>	-0.43 <sup>3</sup>
<i>Lactarius tinos</i>	—	-0.17 <sup>2</sup>	-0.51 <sup>2</sup>	—	—	0.51 <sup>2</sup>
<i>Lycoperdon perlatum</i>	—	0.67 <sup>2</sup>	0.22 <sup>2</sup>	—	—	0.51 <sup>2</sup>
<i>Psathyrella spadicea</i>	—	-0.17 <sup>2</sup>	0.22 <sup>2</sup>	—	—	-0.17 <sup>2</sup>
<i>Ramaria aff. botrytis</i>	0.38 <sup>3</sup>	—	0.38 <sup>3</sup>	—	0.25 <sup>3</sup>	0.22 <sup>3</sup>
<i>Ramaria caulifloriformis</i>	-0.17 <sup>3</sup>	—	-0.17 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	-0.22 <sup>3</sup>
<i>Russula aff. olivacea</i>	0.13 <sup>3</sup>	—	-0.41 <sup>3</sup>	—	0.41 <sup>3</sup>	-0.09 <sup>3</sup>
<i>Russula brevipes</i>	-0.17 <sup>3</sup>	—	0.67 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	-0.22 <sup>3</sup>
<i>Russula cyanoxantha</i>	—	—	—	0.53 <sup>1</sup>	—	-0.22 <sup>1</sup>
<i>Russula decolorans</i>	0.67 <sup>3</sup>	—	0.67 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	0.51 <sup>3</sup>
<i>Russula densifolia</i>	0.67 <sup>3</sup>	—	0.67 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	0.51 <sup>3</sup>
<i>Russula emetica</i>	0.38 <sup>3</sup>	—	0.38 <sup>3</sup>	0.27 <sup>1</sup>	0.25 <sup>3</sup>	-0.11 <sup>1</sup> , 0.22 <sup>3</sup>
<i>Russula laurocerasi</i>	—	—	—	0.27 <sup>1</sup>	—	-1.00 <sup>1</sup>
<i>Russula lutea</i>	—	—	—	0.27 <sup>1</sup>	—	-0.11 <sup>1</sup>
<i>Russula paludosa</i>	0.41 <sup>3</sup>	—	0.41 <sup>3</sup>	0.53 <sup>1</sup>	0.61 <sup>3</sup>	-0.22 <sup>1</sup> , 0.09 <sup>3</sup>
<i>Russula variata</i>	—	—	—	0.41 <sup>1</sup>	—	-0.17 <sup>1</sup>
<i>Russula xerampelina</i>	—	—	—	-0.04 <sup>1</sup>	—	0.67 <sup>1</sup>
<i>Stivalis sp.</i>	0.67 <sup>3</sup>	—	-0.17 <sup>3</sup>	—	0.17 <sup>3</sup>	0.51 <sup>3</sup>
<i>Tricholoma columbeta</i>	—	—	—	0.41 <sup>1</sup>	—	-0.17 <sup>1</sup>
<i>Tricholoma pardinum</i>	-0.17 <sup>3</sup>	—	-0.17 <sup>3</sup>	0.27 <sup>1</sup>	0.17 <sup>3</sup>	-0.11 <sup>1</sup> , -0.22 <sup>3</sup>
<i>Tricholoma sp.</i>	0.38 <sup>3</sup>	—	0.38 <sup>3</sup>	—	0.25 <sup>3</sup>	0.76 <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Valores para el BQM; <sup>2</sup>Valores para el BOE; <sup>3</sup>Valores para el BQO.

*caulifloriformis*, *Russula aff. olivacea*, *R. decolorans*, *R. densifolia*, *R. laurocerasi*, *R. paludosa*, *R. variata*, *Stivalis sp.*, *Tricholoma columbeta*, *T. pardinum* y *Tricholoma sp.*

### CONCLUSIONES

Las especies de encinos registradas en los tres sitios estudiados fueron *Quercus affinis*, *Q. glabrescens*, *Q. laurina*, *Q. mexicana*, *Q. obtusata*, *Q. rugosa*. De las 52 especies de hongos encontradas, 71 % (37 especies)

forman estructuras micorrízicas. Las especies de hongos variaron entre sitios; sin embargo, el BOE presentó la menor riqueza de especies, pero presentó las mejores características de fertilidad en suelo. Las especies de hongos con mayor índice de importancia fueron *Clitocybe gibba*, *Inocybe sororia*, *Lactarius croceus*, *L. scrobiculatus*, *L. thyinos*, *Lycoperdon perlatum*, *Psathyrella spadicea*, *Russula aff. olivacea*, *R. paludosa*, *R. variata* y *R. xerampelina*, pero las que presentaron coeficiente de asociación positivo con todas las especies de encinos en

los tres sitios muestreados fueron *Clitocybe gibba*, *Inocybe sororia*, *Amanita flavoconia*, *Russula emetica*, *R. densifolia*, *Lactarius piperatus* y *R. decolorans*.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Dirección General de Investigación y Postgrado por el apoyo brindado mediante los proyectos 01100509 y 02100505, registrados en el Programa Universitario de Investigación en Dasonomía durante 2001 y 2002, asimismo a los revisores anónimos que ayudaron a mejorar la versión final.

### LITERATURA CITADA

- ALARCÓN, A.; FERRERA-CERRATO, R. 2000. Ecología, fisiología y biotecnología de la micorriza arbuscular. Mundi-Prensa. México, D. F. 251 p.
- ANÓNIMO. 1988. Los municipios de Hidalgo. Secretaría de Gobierno y Gobierno del Estado de Hidalgo. México, D. F. 303 p.
- ANÓNIMO. 1998. Hongos comestibles del estado de Hidalgo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Pachuca, Hidalgo. 53 p.
- GARCÍA J. J.; PEDRAZA, K., D.; SILVA B, C. A.; ANDRADE M., R. L.; CASTILLO T., J. 1998. Hongos del Estado de Querétaro. Hear Taller Gráfico. México, D. F. 263 p.
- GUZMÁN H., G. 1977. Identificación de los hongos: comestibles, venenosos y alucinantes. Limusa. México. 218 p.
- KREBS C., J. 1982. Ecología, estudio de la distribución y la abundancia. Harla. México, D. F. 753 p.
- LINCOFF G., H. 1981. The Audubon Society Field Guide to North American Mushrooms. Chantideer. New York. 926 p.
- MOHEDANO C., L. 1992. Macromicetos asociados a *Pseudotsuga macrolepis* Flous en el Ejido El Cerezo, municipio de Pachuca, Hidalgo. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales. Chapingo, México. 100 p.
- MOSER, M. 1978. Keys to agarics and boleti (Polyporales, Boletales, Agaricales, Russulales). Ed. Roger Phillips. Great Britain. 533 p.
- MUELLER-DOMBOIS, D.; ELLENBERG, E. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley. N. Y., USA. 376 p.
- PRITCHETT, W. L. 1986. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Limusa. México, D. F. 264 p.
- PULIDO P., A. 1994. Micorrización sencilla para viveros elementales. Madrid. Revista Quercus. 105: 34-36.
- RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Limusa. México, D. F. 432 p.
- SMITH, A.H.; SMITH, H. V. y WEBER., N. S. 1979. How to know the gilled mushrooms. Ed. Wm. C. Brown Company Publishers. USA. 334 p.
- SMITH, A.H.; SMITH, H. V. y WEBER., N. S. 1994. How to know the non-gilled mushrooms. 2ª ed. Brown Company Publishers. Dubuque, Iowa. Michigan. USA. 324 p.
- ZAMORA M., M. C.; ALVARADO L., G. y DOMÍNGUEZ G., J. M. 2000. Hongos silvestres comestibles, región de Zacualtipán, Hidalgo. Futura. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigaciones de la Región Centro. Campo Experimental Pachuca. Pachuca, Hidalgo. 44 p.
- ZAVALA CH., F. 1995. Encinos y robles: Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 44 p.
- ZAVALA CH., F. 1996. Repoblación natural de encinos en la Sierra de Pachuca, Hidalgo. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México 148 p.
- ZAVALA CH., F. 1998. Observaciones sobre la distribución de encinos en México. Polibotánica 8: 47-64.
- ZAVALA CH., F. 2001. Introducción a la ecología de la regeneración natural de encinos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 94 p.
- ZAVALA CH., F.; GARCÍA M., E. 1996. Frutos y Semillas de Encinos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 51 p.
- ZHOU, M.; SHARIK, T. L. 1997. Ectomycorrhizal associations of northern red oak (*Quercus rubra*) seedlings along an environmental gradient. Canadian Journal of Forest Research 27: 1705-1713.