

RIQUEZA DE MACROMICETOS DEL PARQUE NACIONAL BARRANCA DEL CUPATITZIO, MICHOACÁN, MÉXICO

Gilberto Chávez-León¹, Víctor Manuel Gómez-Reyes²
y Marlene Gómez-Peralta²

RESUMEN

Para sustentar con información reciente el programa de conservación y manejo del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México, se actualizaron y verificaron los inventarios biológicos disponibles, y se incluyeron además a los macromicetos. Con base en lo anterior se obtuvo una lista que aporta información sobre su presencia, distribución y situación de riesgo; así mismo, se determinaron las especies prioritarias para su conservación. Las recolectas se hicieron una vez por semana durante las temporadas de lluvias de 2003 y 2004 en ocho parcelas permanentes de muestreo. Se registraron 10 Ascomicetos pertenecientes a siete géneros y seis familias; 73 Basidiomicetos distribuidos en 43 géneros y 27 familias. Del total de 83 taxa identificados, 52 fueron ectomicorrizógenos, 37 comestibles, 22 tóxicos y dos en la categoría de riesgo, considerada como amenazada. Las familias mejor representadas fueron Russulaceae, con dos géneros y 10 especies, Tricholomataceae, con seis géneros y nueve especies, Amanitaceae, con un género y ocho especies, y Boletaceae, con tres géneros y siete especies. *Russula emetica*, *R. foetens*, *R. cyanoxanta*, *Amanita virosa*, *Laccaria laccata*, *Suillus granulatus* y *S. cothurnatus* resultaron ser las más frecuentes. Por último, al aplicar criterios de riesgo como el hábito ectomicorrízico y el uso comestible, se identificaron 19 macromicetos prioritarios para su conservación en el parque.

Palabras clave: *Amanita virosa*, esporoma, hongo ectomicorrizógeno, *Laccaria laccata*, *Russula emetica*, *Suillus granulatus*.

Fecha de recepción: 18 de septiembre de 2007.

Fecha de aceptación: 25 de mayo de 2009.

¹ Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP.
Correo-e: chavez.josegilberto@inifap.gob.mx

² Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

ABSTRACT

In order to support with current information the conservation and management program for Barranca del Cupatitzio National Park, Michoacan, Mexico, all available biological inventories were updated and verified, including macromycetes. To achieve this goal field work was carried out thus obtaining an up to date species list with data about their presence, distribution and conservation status. Priority species for conservation were identified. Fungi were collected weekly during the rainy seasons of 2003 and 2004 in eight permanent sampling plots. Ten species of Ascomycetes that belong to seven genera and six families were registered as well as 73 species of Basidiomycetes that belong to 43 genera and 27 families. 52 species were ectomycorrhizal fungi, from which 37 are edible, 22 toxic and two endangered. The best represented families were Russulaceae, with two genera and ten species, Tricholomataceae, with six genera and nine species, Amanitaceae, with one genus and eight species, and Boletaceae with three genera and seven species. *Russula emetica*, *R. foetens*, *R. cyanoxanta*, *Amanita virosa*, *Laccaria laccata*, *Suillus granulatus* and *S. cothurnatus* were the most frequent species. Finally, after following the criteria of conservation status, 19 macrofungi with conservation priority in the park were identified.

Key words: *Amanita virosa*, *sporome*, *ectomycorrhizal* fungi, *Laccaria laccata*, *Russula emetica*, *Suillus granulatus*.

INTRODUCCIÓN

Un componente importante de la diversidad biológica de los ecosistemas forestales son los macromicetos, que desempeñan una importante función ecológica por la forma de obtener sus nutrimentos. Están formados por hifas ramificadas, que se reúnen en cordones miceliales y cuerpos de reproducción (ascomas o basidiomas) visibles y medibles en centímetros (Carrillo, 2003). Organismos saprobios que absorben la materia orgánica muerta de los sustratos donde crecen, o son parásitos de árboles, o bien se asocian sus hifas con las raíces de los árboles (micorriza) con diversas especies vegetales; los hay comestibles y venenosos. Los hongos saprobios y los simbioses contribuyen al reciclaje de la materia orgánica; los patógenos, pueden modificar la composición y estructura de una comunidad vegetal.

El aprovechamiento de los hongos silvestres comestibles, como las trufas (*Tuber* spp.), los matsutakes (*Tricholoma* spp.) y los boletos (*Boletus* spp.), entre otros, genera una gran derrama económica internacional (Boa, 2005). No obstante, el uso no planificado del recurso natural, como en el caso de la "trompa de

puerco" (*Hypomyces lactifluorum* (Schwein.) Tul. & C. Tul.) en algunas localidades del Eje Neovolcánico, implica su sobreexplotación (Mapes *et al.*, 1981; Díaz-Barriga, 1996).

Aunque los macromicetos constituyen uno de los grupos taxonómicos en extremo diversos (Schmit y Mueller, 2007), el conocimiento que se tiene sobre su riqueza y diversidad a nivel local, es muy escaso. Se estima que en México existen entre 140,000 y 200,000 taxa de hongos (Guzmán, 1996; 1998); mientras que en el mundo su número supera el 1,500,000 (Hawksworth, 2001). Aproximadamente 10% de ellos son macromicetos y el resto micromicetos (Mueller *et al.*, 2007). La conservación de esta biodiversidad es relevante, ante la actual tendencia mundial hacia su pérdida. Una de las estrategias que se han utilizado para lograrlo, incluyendo la micetobiota, es el establecimiento de áreas naturales protegidas, tales como parques nacionales, reservas de la biósfera o áreas de protección de flora y fauna.

A fin de manejar en forma efectiva las áreas naturales protegidas, es necesario realizar inventarios específicos que identifiquen los taxa y su distribución; además de que contribuyan al conocimiento de la historia natural de las especies registradas (Janzen, 1997).

En el Eje Volcánico Transmexicano se localizan la mayoría de los parques nacionales decretados en México durante las décadas de 1930 y 1940, cuya finalidad fue la de proteger las cuencas hidrológicas de las principales ciudades y montañas que ahí se ubican (Vargas, 1997) y en donde también se concentra una de las más altas densidades de población humana del país (INEGI, 2006).

Entre esos antiguos parques nacionales está el denominado "Barranca del Cupatitzio", caracterizado por situarse parcialmente dentro de la ciudad de Uruapan, en el estado de Michoacán. No obstante su cercanía con una zona urbana, la riqueza fúngica es poco conocida y los estudios micológicos son escasos. La información documentada comprende una relación de 35 hongos ectomicorrizógenos correspondientes a 13 familias, relacionadas con las coníferas de la Meseta Purépecha y recolectadas en un sitio de muestreo, en el que la abundancia fue pobre en presencia de suelos arcillosos y con poca materia orgánica. Una investigación adicional se refiere a la evaluación de la producción natural de *Russula brevipes* Peck en una plantación de *Pinus pseudostrabus* Lindl. (Sánchez, 1980; 1982).

Ante la necesidad de sustentar con datos recientes el programa de conservación y manejo (PCyM) del área natural protegida, se revisaron y verificaron los

inventarios biológicos existentes, incluso el de macromicetos. Los listados generados se incorporaron al PCyM.

El presente estudio tuvo como objetivos contribuir al conocimiento de la riqueza de los hongos macroscópicos del Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”; elaborar una lista actualizada de los mismos para ingresar al PCyM y aportar información básica sobre su presencia, abundancia, distribución, situación de riesgo y determinar especies prioritarias para su conservación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Localización y superficie.- El Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio” se localiza en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico Transmexicano y en la subprovincia Neovolcánica Tarasca, al centro-occidente del estado de Michoacán, sus coordenadas geográficas son: 19° 25' 11" - 19° 26' 24" N y 102° 07' 40" - 102° 04' 20" W. Se ubica en el límite de los municipios de Uruapan y Nuevo Parangaricutiro, con una extensión de 458.21 ha (Figura 1) y conformado por dos polígonos separados un kilómetro entre sí. El más extenso, conocido como Área de Montaña, tiene una superficie de 438.55 ha, constituido por un cono y un domo volcánicos de pendiente suave, cañadas, zonas planas y derrames de lava (Gómez-Tagle, 1985). El pequeño, llamado Área de Río con 19.66 ha, está inmerso en la zona urbana de Uruapan y su topografía es de barranca y zonas planas. En la parte baja del parque (1,640 msnm) se localiza la barranca donde nace el río Cupatitzio; los puntos de mayor altitud son el Cerro Chiquito (2,136 msnm) y la Loma Larga (2,057 msnm), ambos en el Área de Montaña.

Clima.- De acuerdo con el sistema de clasificación de tipos de clima de Köppen, modificado por García (1981), el área corresponde al clima templado semicálido húmedo, con abundantes lluvias en verano. Los datos registrados en el período de 1978 a 2005 en la estación climatológica del parque (19° 25' 46.5" N y 102° 05' 34.3" W), situada a 1,756 msnm, indican una temperatura media anual de 16.6°C, con una máxima media anual de 23.9°C y la mínima media anual de 9.3°C; la precipitación media anual es de 1,537.4 mm.

Suelos.- Con base en la Carta Estatal de Suelos 1:500,000 del INEGI (1985), en la región predominan los de tipo Andosol, con textura media. También existen Litosoles y Regosoles de textura gruesa. Gómez-Tagle (1985) identificó dos unidades en el Área de Montaña; la primera corresponde a la Andosol, subunidad vítrico, serie Cupatitzio, tipos arena migajosa, arena y migajón arenoso, con fases

superficiales media y profunda. La segunda es un Litosol, subunidad dístico, serie El Jabalí, tipo gravoso, fino discontinuo y fase orgánica.

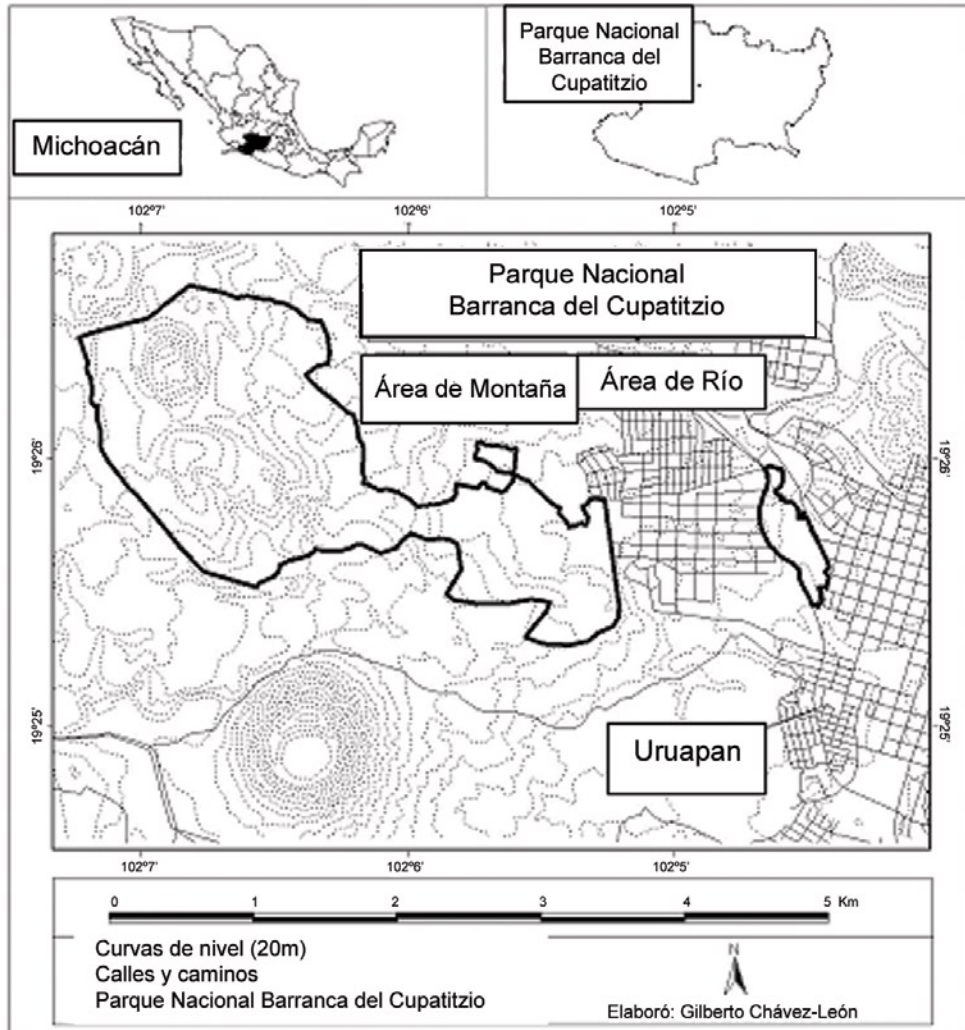


Figura 1. Localización del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México.

Los suelos del Área de Río no han sido descritos, pero a partir del trabajo de Gómez-Tagle (1985) se puede hacer una caracterización preliminar. En su mayor parte son del tipo Litosol-Regosol dístrico y éurico en la zona noroeste; al sur-sureste se distribuye el Andosol ótrico y húmico con textura media; así como suelo secundario del tipo Regosol éutrico de textura media a fina, que ocupa 60% del área, con profundidad superior a 1 m y constituido por numerosas capas de espesor variable, textura de migajón arenoso, arena migajosa y grava fina discontinua.

Vegetación.- En el parque predomina el bosque de coníferas con dosel cerrado (Rzedowski, 1978) integrado por *Pinus-Quercus*, *Pinus* y relictos de bosque mesófilo de montaña (Bello y Madrigal, 1996). Los árboles dominantes tienen alturas de hasta 30 m y comprenden a *Pinus michoacana* Martínez, *P. douglasiana* Martínez y *P. lawsonii* Roehl ex Gordon; latifoliadas como: *Quercus obtusata* Bonpl., *Q. castanea* Née y *Q. magnoliifolia* Née (Bello y Madrigal, 1996). En el estrato arbóreo inferior, de 10 a 20 m, sobresalen *Alnus jorullensis* Kunth, *Arbutus xalapensis* Kunth y *Clethra mexicana* DC. El estrato arbustivo, de 2 a 5 m, se compone por *Ceanothus coeruleus* Lag., *Lobelia laxiflora* Kunth, *Lupinus mexicanus* Cerv. ex Lag. y *Salvia mexicana* L. El herbáceo está constituido, principalmente, por *Adiantum andicola* Liebm., *Asclepias glaucescens* Kunth, *Phaseolus coccineus* L. y *Sigesbeckia jorullensis* Kunth, entre otros taxa.

Los elementos del bosque mesófilo de montaña se distribuyen en barrancas, con árboles de 15 m de altura promedio; aunque hay pinos dispersos que alcanzan hasta 30 m. Algunas de las especies más comunes que se observan son: *Alnus jorullensis*, *Bocconia arborea* Wats., *Carpinus caroliniana* Walt., *Fraxinus uhdei* (Wenz.) Lingelsh. y *Oreopanax salvinii* Hemsl. (Bello y Madrigal, 1996).

Trabajo de campo

En el Área de Montaña se estableció una parcela permanente de muestreo de 1,000 m² (20 m x 50 m) en cada una de las ocho unidades ambientales identificadas y descritas por Gómez-Reyes (2005), que presentaban condiciones homogéneas de suelo (andosol o litosol), altitud (<1800, >1800, <2000 y >2000 m) y vegetación (pino o pino-encino). El Área de Río no se consideró en el estudio por la continua presencia y actividad de visitantes (750,000 al año), por lo que sólo se hicieron observaciones y recolecta de ejemplares fúngicos.

El trabajo se realizó durante los meses de junio a noviembre de los años 2003 y 2004. El muestreo consistió en recolectar esporomas en las parcelas de cada unidad ambiental, los cuales fueron descritos, fotografiados y secados

(Cifuentes *et al.*, 1986); los datos en fresco, como color, tamaño, forma, consistencia, textura, olor y sabor se anotaron en etiquetas, para usarlos en la determinación taxonómica.

Trabajo de laboratorio

De cada ejemplar recolectado, se midieron las características microscópicas (Largent *et al.*, 1984) y para su identificación se consultaron los trabajos de Arora (1986), Jenkins (1986), Singer *et al.* (1990, 1991 y 1992), Hesler y Smith (1979), Halling (1983), Dennis (1978), entre otros. El material se depositó en la Colección Micológica del Herbario de la Facultad de Biología (EBUM) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán (permisos de recolecta científica SGPA/DGVS/7122 del 23 de septiembre de 2003 y SGPA/DGVS/12430 del 19 de noviembre de 2004).

La abundancia se obtuvo del peso en fresco de cada especie (g / sp.), y se utilizaron las categorías propuestas por Hering, citado por Villareal (1994), respecto a las especies fúngicas dominantes o “major species”, en relación con la biomasa total (Cuadro 1). Así mismo, se determinó el índice de similitud de Jaccard (Krebs, 1989) entre las distintas unidades ambientales.

Cuadro 1. Clasificación de especies dominantes.

Categoría	Intervalo
I. Abundantes	> 5% de la biomasa
II. Frecuentes	> 2% pero < 5% de la biomasa
III. Ocasionales	> 1% pero < 2% de la biomasa
IV. Esporádicas	> 0.05 % pero < 1 % de la biomasa
V. Raras	< 0.05% de la biomasa

Fuente: Hering, citado por Villareal (1994).

La clasificación sistemática que se siguió es la propuesta por Hawksworth *et al.* (1996); en cuanto a los nombres científicos válidos y los autores, se consultó el *Index Fungorum* (CABI Bioscience *et al.*, 2008). Para determinar la comestibilidad de las especies se consultaron obras micológicas estatales (Mapes *et al.*, 1981; Díaz-Barriga, 1996; 2002); regionales (Villareal y Pérez-Moreno, 1989) y a nivel

mundial, la obra de Boa (2004), debido a que hasta la fecha no se cuenta con un trabajo que indique los macromicetos que se consumen localmente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron 33 muestreos en los que se registraron 83 taxa pertenecientes a los *phyla* Ascomycota y Basidiomycota (Cuadro 2). Al primero corresponden seis familias, siete géneros y 10 especies. Al segundo, 27 familias, 43 géneros y 73 especies. Del total de hongos identificados, 52 son ectomicorrizógenos, 37 comestibles, 22 tóxicos y dos se consideran como amenazados en la Norma Oficial Mexicana 059 SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2002).

Cuadro 2. Listado general de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México, ordenado conforme al sistema de clasificación de Hawksworth *et al.* (1996).

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 ¹	ECM ²	COM ³	TOX ⁴
Phyllum Ascomycota					
Familia Hypocreaceae					
<i>Hypomyces lactifluorum</i> (Schwein.:Fr.) Tul.	Trompa de puerco			*	
Familia Leotiaceae					
<i>Leotia lubrica</i> Pers.: Fr.			*		
Familia Helvellaceae					
<i>Helvella crispa</i> Scop.: Fr.			*	*	
<i>Helvella elastica</i> Bull.: Fr.			*	*	
<i>Helvella lacunosa</i> Afzel.:Fr.	Oreja de ratón		*	*	
<i>Helvella macropus</i> (Pers.:Fr.) P. Krst.			*	*	
Familia Morchellaceae					
<i>Morchella esculenta</i> Fr.	Mazorquillo	A	*	*	
Familia Otideaceae					
<i>Humaria hemisphaerica</i> (Wigg.:Fr.) Fuckel					

continúa...

continuación Cuadro 2...

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 ¹	ECM ²	COM ³	TOX ⁴
<i>Scutellina scutellata</i> (L. ex saint-Amans) Lamb. Familia Xilariaceae <i>Xylaria hypoxylon</i> (L. ex Fr.) Grev. Phyllum Basidiomycota Familia Agaricaceae <i>Agaricus augustus</i> Fr.	Hongo de gavilán	A		*	
<i>Chlorophyllum molybdites</i> (J.A. Meyer) Massee <i>Lepiota clypeolaria</i> (Bull.:Fr.) Kumm. <i>Macrolepiota procera</i> (Scop.:Fr.) Singer Familia Amanitaceae <i>Amanita caesarea</i> (Scop.:Fr.) Pers. <i>Amanita chlorinosma</i> Peck <i>Amanita flavoconia</i> Atk. <i>Amanita fulva</i> Schaeff.: Pers. <i>Amanita gemmata</i> (Fr.) Gill. <i>Amanita muscaria</i> (L.:Fr.) Hook. <i>Amanita vaginata</i> Bull.:Fr.) Vitt. <i>Amanita virosa</i> Lamarck ex Secr. Familia Coprinaceae <i>Coprinus comatus</i> (Müller ex Fr.) S.F. Gray	Falso champiñón				*
				*	
			*	*	
			*		*
			*	*	
			*		*
	Hongo de venado		*	*	
	Ángel de la muerte		*		*
				*	*

¹ NOM-059-SEMARNAT-2001: A = amenazada; ² Ectomicorrícica; ³ Comestible; ⁴ Tóxica.

continúa...

continuación Cuadro 2...

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 ¹	ECM ²	COM ³	TOX ⁴
Familia Hygrophoraceae					
<i>Hygrocybe mexicana</i> Singer		*			
<i>Hygrocybe conica</i> (Scop.: Fr.) P. Kumm.			*		*
Familia Strophariaceae					
<i>Naematoloma fasciculare</i> (Huds.: Fr.) P. Karst.			*		
Familia Tricholomataceae					
<i>Armillariella mellea</i> (Vahl.:Fr.) P. Karst.		*			
<i>Collybia dryophilla</i> Bull.:Fr.) Kumm.	*				
Familia Tricholomataceae					
<i>Laccaria amethystina</i> (Bolt. : Hook.) Murr.			*	*	
<i>Laccaria bicolor</i> (Maire) Orton.			*	*	
<i>Laccaria laccata</i> (Scop.) Cooke	Moradito		*	*	
<i>Laccaria proxima</i> (Boudier) Patouillard	Hongo de lima		*	*	
<i>Marasmius spgazzinii</i> Sacc.& Syd.					
<i>Oudemansiella canarii</i> (Jungh.) Hohn.					
<i>Tricholoma sejunctum</i> (Sowerby ex Fr.) Quélet			*		
Familia Boletaceae					
<i>Boletus griseus</i> Frost in Peck			*		
<i>Boletus pinophilus</i> Pilát & Dermek			*	*	
<i>Leccinum rugocipes</i> (Peck) Singer			*	*	

¹ NOM-059-SEMARNAT-2001: A = amenazada; ² Ectomicorrífica; ³ Comestible; ⁴ Tóxica.

continúa...

continuación Cuadro 2...

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 ¹	ECM ²	COM ³	TOX ⁴
<i>Suillus cothurnatus</i> Singer			*	*	
<i>Suillus tormentosus</i> (Kauffman) Singer			*	*	
<i>Suillus brevipes</i> (Peck) Kuntze			*	*	
<i>Suillus granulatus</i> (L. : Fr.) Kuntze	Pancita		*	*	
Familia Gomphidiaceae					
<i>Chroogomphus rutilus</i> Fr.			*	*	
Familia Hygrophoropsidaceae					
<i>Hygrophoropsis auriantica</i> (Wulf.: Fr.) Maire				*	
Familia Strobilomycetaceae					
<i>Strobilomyces confusus</i> Singer			*	*	
Familia Cantharellaceae					
<i>Cantharellus cibarius</i> Fr.	Duraznillo		*	*	
Familia Clavariaceae					
<i>Clavaria vermicularis</i> Fr.					
Familia Clavulinaceae					
<i>Clavulina cristata</i> (Fr.) Schroet.					
Familia Hydneaceae					
<i>Dentinum repandum</i> S.F. Gray			*		*
Familia Cortinariaceae					
<i>Cortinarius sanguineus</i> Wulf. ex Fr.			*		*
<i>Inocybe confusa</i> Kars. sensu Heim			*		*
<i>Inocybe calistrata</i> (Fr.) Gill.			*		*
<i>Inocybe fastigiata</i> (Shaeff. : Fr.) Quél.			*		*
<i>Inocybe geophylla</i> Schum.			*		*
<i>Inocybe lilacina</i> Fr.			*		*

¹ NOM-059-SEMARNAT-2001: A = amenazada; ² Ectomicorrícica; ³ Comestible; ⁴ Tóxica.

continúa...

continuación Cuadro 2...

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 ¹	ECM ²	COM ³	TOX ⁴
Familia Ramariaceae <i>Ramaria stricta</i> (Fr.) Quél.					*
Familia Hymenochaetaceae <i>Coltricia perennis</i> (L. : Fr.) Pat.			*		
Familia Geastraceae <i>Geastrum triplex</i> Junghuhn	Hongo estrella				
Familia Lycoperdaceae <i>Lycoperdon marginatum</i> Vittad. ex Moris <i>Lycoperdon perlatum</i> Pers. <i>Lycoperdon umbrinum</i> Pers.				*	
Familia Coriolaceae <i>Daedalea elegans</i> Sprengel ex Fr. <i>Hexagonia papyracea</i> Berkeley <i>Lenzites saepiaria</i> (Wulf. ex Fr.) Fr. <i>Trametes versicolor</i> Lloyd <i>Trichaptum abietinum</i> (Dicks.:Fr.) Ryvarden					
Familia Lentinaceae <i>Pleurotus dryinus</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm.				*	
Familia Polyporaceae <i>Polyporus tricholoma</i> Mont.					
Familia Russulaceae <i>Lactarius olympianus</i> Smith. & Helser			*		

¹ NOM-059-SEMARNAT-2001: A = amenazada; ² Ectomicorrílica; ³ Comestible; ⁴ Tóxica

continúa...

continuación Cuadro 2...

Nombre científico	Nombre común	NOM-059 ¹	ECM ²	COM ³	TOX ⁴
<i>Lactarius deliciosus</i> (L. : Fr.) S.F. Gray			*	*	
<i>Lactarius indigo</i> Schw. : Fr.	Hongo añil		*	*	
<i>Lactarius scrobiculatus</i> Scop.: Fr.) Fr.			*		
<i>Russula brevipes</i> Peck.	Trompa blanca		*	*	
<i>Russula cyanoxantha</i> (Schaeff.: Schw.) Fr.			*	*	
<i>Russula emetica</i> Schaeff. : Fr.			*		
<i>Russula foetens</i> Pers. : Fr.			*		
<i>Russula olivacea</i> Schaeff.: Schw.) Fr.			*	*	
<i>Russula sanguinea</i> Bull.: Saint-Amans) Fr.			*	*	
Familia Astraeaceae					
<i>Astreus hygrometricus</i> (Persoon) Morgan					
Familia Sclerodermataceae					
<i>Scleroderma geaster</i> Fr.			*		
<i>Scleroderma aerolatum</i> Ehrenb.			*		
Familia Exidiaceae					
<i>Phlogiotis helvelloides</i> Fr.					
Familia Tremellaceae					
<i>Tremella mesentérica</i> Schaeff.:Fr.					

¹ NOM-059-SEMARNAT-2001: A = amenazada; ² Ectomicorrílica; ³ Comestible; ⁴ Tóxica

Las familias mejor representadas fueron: Russulaceae con dos géneros y 10 especies; Tricholomataceae con seis géneros y nueve especies; Amanitaceae con un género y ocho especies; Boletaceae con tres géneros y siete especies (figuras 2a, 2b, 2c y 2d). Los macromicetos con mayor frecuencia resultaron ser: *Russula emetica* (Schaeff.) Pers., *R. foetens* (Pers.) Pers., *R. cyanoxantha* (Schaeff.) Fr., *Amanita virosa* (Fr.) Bertill., *Laccaria laccata* (Scop.) Cooke, *Suillus granulatus* (L.) Roussel y *S. cothurnatus* Singer.



Figura 2a. Especies representativas de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México: *Morchela esculenta*.



Figura 2b. Especies representativas de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México: *Lactarius indigo*.



Figura 2c. Especies representativas de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México: *Geastrum triplex*.



Figura 2d. Especies representativas de macromicetos del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán, México: *Russula emetica*.

El número total de hongos ectomicorrizógenos supera al obtenido por Sánchez (1980), quien citó 13 familias y 35 especies para la Meseta Purépecha y concluyó que Russulaceae, Amanitaceae y Boletaceae tuvieron el mayor número de taxa, lo cual coincide con el presente trabajo. Cabe hacer notar que ese autor incluyó taxones que actualmente se consideran como ectomicorrizógenos facultativos, o bien no son aceptados como *Clitocybe gibba*, *Hygrophoropsis aurantiaca* (Wulf.) Maire, *Lycoperdon perlatum* Pers. y *L. caelatum* Fr. ex Bull.

Landeros (2006) identificó 130 macromicetos en el cerro El Zamorano, localizado en los estados de Querétaro y Guanajuato, cifra muy por arriba a lo registrado en este estudio; sin embargo, hay que considerar que el Zamorano tiene características ambientales propias, que influyen claramente en su riqueza fúngica, tales como varios tipos de vegetación, a saber: bosques de *Quercus*, *Abies religiosa* (HBK.) Schltdl. et Cham y *Abies religiosa-Quercus*. Además, su gradiente altitudinal es más grande, va de los 1,900 a los 3,400 m.

Por otra parte, Villarreal (1994) reconoció 43 especies comestibles, de las que 28 son ectomicorrizógenas; mientras que para Barranca del Cupatitzio se enlistan 37 y 26, respectivamente. Villeneuve *et al.* (1989) citaron 84 ectomicorrizógenas, por lo que se considera que si se duplica el esfuerzo de trabajo (2,000 m²) por unidad ambiental, es posible incrementar la cantidad de taxa identificados. O'Dell *et al.* (1999) obtuvieron 150 especies ectomicorrizógenas en una superficie de 2.08 ha, dividida en parcelas circulares de 500 y 1,000 m², igual que en el caso anterior, al aumentar el esfuerzo de muestreo el número de especies fue superior. Hawksworth (2001) plantea que es necesario realizar monitoreos intensivos a largo plazo, por al menos 20 años, para determinar todos los taxa de un sitio particular.

Con relación a la dominancia de los macromicetos, expresada en biomasa, se obtuvo que los abundantes representan 57.22%, los frecuentes 25.87% y en conjunto integran 83% del total; es decir, 14 especies contribuyen con más del 80% de la biomasa total producida; en tanto que el resto de las categorías (ocasionales, esporádicas y raras) constituyen 17%; pero incluyen a la mayoría, con 69 especies (Cuadro 3). Sobresalen por sus valores altos: *Amanita caesarea*, *Russula foetens*, *R. brevipes*, *Amanita virosa*, *Laccaria laccata* y *Leccinum rugocipes* (Peck) Singer.

El índice de similitud de Jaccard mostró diferencias en cuanto a su riqueza específica, presente en las ocho unidades estudiadas; puesto que comparten en promedio 30% de las especies (Cuadro 4). Este resultado es atribuible a las características ambientales que las definen, ya que los macromicetos se distribuyen en gradientes delimitados por la altitud, el tipo de suelo y la vegetación.

Cuadro 3. Dominancia de especies en el Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”, Michoacán, México.

Categoría	Número de especies	Porcentaje en biomasa	Porcentaje en especies
I. Abundantes	6	57.22	7.23
II. Frecuentes	8	25.87	9.64
III. Ocasionales	3	4.34	3.61
IV. Esporádicas	45	12.37	54.22
V. Raras	21	0.2	25.30

Así mismo, existen otros factores, endógenos y exógenos que inciden en su desarrollo. Entre los primeros está la información genética de cada especie y que no todos los taxa son anuales. De los segundos, se pueden citar los climáticos, las barreras geográficas que impiden su distribución y la recolecta de los esporomas con fines utilitarios.

Cuadro 4. Índice de similitud de Jaccard de los sitios de muestreo de macromicetos en el Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”, Michoacán, México.

	Sitio 1	Sitio 2	Sitio 3	Sitio 4	Sitio 5	Sitio 6	Sitio 7	Sitio 8
Sitio 1	1	0.208	0.346	0.308	0.238	0.292	0.238	0.409
Sitio 2		1	0.258	0.48	0.318	0.308	0.208	0.214
Sitio 3			1	0.419	0.333	0.323	0.125	0.206
Sitio 4				1	0.478	0.3	0.172	0.219
Sitio 5					1	0.409	0.238	0.24
Sitio 6						1	0.192	0.2
Sitio 7							1	0.24
Sitio 8								1

La conservación de la micetobiota forestal debe ser una de las principales metas de manejo de los ecosistemas boscosos, por dos razones: la importancia ecológica de la simbiosis ectomicorrizógena y el incremento de la explotación de los hongos silvestres comestibles (Boa, 2005). La escasez de recursos económicos y humanos dificulta la implementación de estrategias basadas en especies individuales, por lo que es mejor enfocar los esfuerzos en grupos con necesidades similares de conservación. La jerarquización toma en cuenta los riesgos para los

taxa, así como su distribución, importancia ecológica y económica, como se ha hecho con aves (Bibby *et al.*, 1992), mamíferos (Ceballos *et al.*, 1998), plantas vasculares (Pärtel, 2005) y macromicetos (Molina *et al.*, 2001).

El ordenamiento de los hongos macroscópicos debe considerar las categorías de riesgo asignadas en la Norma Oficial Mexicana 059-SEMARNAT-2001 (en peligro de extinción, amenazada, sujeta a protección especial), los que son ectomicorrizógenos y los comestibles. Al aplicar estos conceptos, las especies del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio de mayor prioridad incluyen a las amenazadas, ectomicorrizógenas y comestibles (A); seguidas de las amenazadas y comestibles (B), las ectomicorrizógenas y comestibles (C) y las que sólo son comestibles (D). El resultado de esta aproximación inicial, permitió definir 19 taxa prioritarias para su conservación (Cuadro 5), por lo que en el PCyM se establecieron actividades para determinar su estacionalidad, distribución y tamaño poblacional; además de implementar un sistema de monitoreo y designar áreas de protección.

Cuadro 5. Macromicetos prioritarios para su conservación del Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio”, Michoacán, México.

Nombre científico	Prioridad ¹	NOM-059 ²	ECM ³	C ⁴
<i>Morchella esculenta</i>	A	Amenazada	*	*
<i>Agaricus augustus</i>	B	Amenazada		*
<i>Helvella crispa</i>	C		*	*
<i>Helvella elástica</i>	C		*	*
<i>Amanita caesarea</i>	C		*	*
<i>Laccaria amethystina</i>	C		*	*
<i>Laccaria bicolor</i>	C		*	*
<i>Laccaria laccata</i>	C		*	*
<i>Laccaria próxima</i>	C		*	*

continúa...

continuación Cuadro 5...

Nombre científico	Prioridad ¹	NOM-059 ²	ECM ³	C ⁴
<i>Boletus pinophilus</i>	C		*	*
<i>Suilus cothurnatus</i>	C		*	*
<i>Suilus tormentosus</i>	C		*	*
<i>Suillus brevipes</i>	C		*	*
<i>Suillus granulatus</i>	C		*	*
<i>Cantharellus cibarius</i>	C		*	*
<i>Lactarius deliciosus</i>	C		*	*
<i>Lactarius indigo</i>	C		*	*
<i>Russula brevipes</i>	C		*	*
<i>Hypomyces lactifluorum</i>	D			*

¹A = amenazada, ectomicorrizógena y comestible; B = amenazada y comestible; C = ectomicorrizógenas y comestibles; D = comestible. ²NOM-059-SEMARNAT-2001: A = amenazada. ECM³ = ectomicorrizógena; C⁴ = comestible.

A partir del monitoreo se determinará el efecto de las actividades generales de conservación y manejo propuestas en el PCyM sobre las fluctuaciones de las poblaciones correspondientes a las especies fúngicas prioritarias.

CONCLUSIONES

El Parque Nacional “Barranca del Cupatitzio” cuenta con una riqueza alta de macromicetos en una superficie relativamente pequeña e impactada por el crecimiento urbano. En comparación con información previa, el listado de especies tuvo un incremento del 58%.

Los taxa más abundantes constituyen sólo 17% del total de la micetobiota del parque, expresado en biomasa.

Sin considerar el efecto de esfuerzo de muestreo, la abundancia y distribución son afectadas por factores endógenos y exógenos.

La proporción de hongos macroscópicos del parque con una categoría de riesgo, con importancia ecológica o económica es elevada (23%), los cuales se consideran prioritarios para su conservación.

Es posible que el largo tiempo que el parque ha recibido protección efectiva contra incendios y actividades humanas extractivas haya permitido la existencia de una rica micetobiota.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT-SEMARNAT 2002-C01-0196/A-1), a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIOFB919/AS014/03) y al Patronato del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, A. C. por su apoyo financiero para el proyecto "Inventario Florístico y Faunístico del Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Michoacán". Tres revisores anónimos contribuyeron a mejorar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Arora, D. 1986. *Mushrooms Demystified*. 2ª ed. Ten Speed Press. Berkeley, CA. USA. 959 p.
- Boa, E. 2005. Los hongos silvestres comestibles. Perspectiva global de su uso e importancia para la población. *Productos Forestales No Madereros* No. 17. FAO. Roma, Italia. 163 p.
- Bello, M. A. y X. Madrigal S. 1996. Estudio florístico del Campo Experimental "Barranca del Cupatitzio", Michoacán. Folleto Científico Núm. 2, INIFAP. Uruapan, Mich. México. 47 p.
- Bibby, C. J., N. J. Collar, M. J. Crosby, M. J. Gead, Ch. Imboden, T. H. Johnson, A. J. Stattersfield and S. J. Thirgood. 1992. *Putting Biodiversity on the Map: Priority Areas for Global Conservation*. ICBP International Council for Bird Preservation, Cambridge, UK. 90 p.
- CABI Bioscience, CBS and Landcare Research. 2008. *Index Fungorum*. www.indexfungorum.org (11 de diciembre de 2008).
- Carrillo, L. 2003. Los hongos de los alimentos y forrajes. Universidad Nacional de Salta. Salta, Argentina. pp. 119-125.
- Ceballos, G., P. Rodríguez and R. A. Medellín. 1998. Assessing conservation priorities in megadiverse Mexico: mammalian diversity, endemism, and endangerment. *Ecological Applications* 8:8-17.

- Cifuentes, J., M. Villegas-Ríos y L. Pérez-Ramírez. 1986. Hongos. *In*: Lot, A. y F. Chiang (Eds.). Manual de Herbario: Administración y Manejo de Colección. Técnicas de recolección y preparación de ejemplares botánicos. Consejo Nacional de la Flora de México, A. C. México, D. F. México. pp. 55–64.
- Díaz-Barriga, H. 1996. Hongos comestibles y venenosos de la cuenca del Lago de Pátzcuaro Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo-CIDEM-INECOL. Morelia, Mich. México. 147 p.
- Díaz-Barriga, H. 2002. Hongos macromicetos comestibles, medicinales y destructores de la madera de la Reserva de la Biosfera de la Mariposa Monarca, Sierra Chincua, Michoacán, México. Fundación Michoacán Produce, A. C. y Comisión Forestal del Estado de Michoacán. Morelia, Mich. México. 310 p.
- Dennis G., W. R. 1978. British Ascomycetes. J. Cramer. Vaduz, Liechtenstein. 585 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Offset Larios, S.A., México, D. F. México. 252 p.
- Gómez-Reyes, V. M. 2005. Diversidad de hongos ectomicorrízicos y su relación con diferentes unidades ambientales en el Parque Nacional Barranca del Cupatitzio, Uruapan, Mich. Tesis de Maestría, Facultad de Biología –Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. México. 67 p.
- Gómez-Tagle R., A. F. 1985. Levantamiento de suelos del Campo Experimental Forestal Barranca del Cupatitzio, y sus relaciones con la vegetación de coníferas. Tesis de Maestría, Facultad de Ciencias – Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. 135 p.
- Guzmán, G. 1996. Análisis cualitativo y cuantitativo sobre la diversidad de los hongos en México. *In*: Halffter, G. (Editor). La Diversidad Biológica de Iberoamérica II. Instituto de Ecología. Xalapa, Ver., México. pp. 111-176.
- Guzmán, G. 1998. Inventorying the fungi of Mexico. *Biodiversity Conservation* 7:369–384.
- Halling, R. E. 1983. The genus *Collybia* (Agaricales) in the Northeastern United States and adjacent Canada. *Mycologia Memoirs* 8:1-148.
- Hawksworth, D. L., P. M. Kirk, B. C. Sutton and D. N. Pegler. 1996. Dictionary of the Fungi. International Mycological Institute, CAB International. Egham, Surrey, UK. 616 p.
- Hawksworth, D. L. 2001. The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimate revisited. *Mycological Research* 105:1422-1432.
- Hesler, L. R. and A. H. Smith. 1979. North American species of *Lactarius*. The University of Michigan Press. Ann Arbor, MI. USA. 600 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. Anexo Cartográfico. Carta

- Estatal de Suelos. Secretaría de Programación y Presupuesto. México, D. F. México. 7 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2006. II Conteo de Población y Vivienda 2005. Resultados Definitivos Michoacán. Aguascalientes, Ags. <http://www.inegi.gob.mx/est/default.aspx?c=6789> (8 de mayo de 2007).
- Janzen, D. H. 1997. Wildland biodiversity management in the tropics. *In*: Reaka-Kudla, M. L., D. E. Wilson and E. O. Wilson (Eds.). Biodiversity II. Understanding and protecting our biological resources. Joseph Henry Press. Washington, DC. USA. pp. 411-431.
- Jenkins, D. T. 1986. *Amanita* of North America. Mad River Press. Eureka. CA. USA. 197 p.
- Krebs, C. J. 1989. Ecological methodology. Harper & Row Publishers. New York, NY. USA. 654 p.
- Landeros, F., J. Castillo, G. Guzmán y J. Cifuentes. 2006. Los hongos (macromicetos) conocidos del cerro El Zamorano (Querétaro y Guanajuato), México. *Rev. Mex. Micol.* 22:25-31.
- Largent, D., D. Johnson and R. Watling. 1984. How to identify mushrooms to genus III: microscopic features. Mad River Press, Eureka. CA. USA. 147 p.
- Mapes, C., G. Guzmán y J. Caballero. 1981. Etnomicología purépecha. El conocimiento y uso de los hongos en la cuenca de Pátzcuaro, Michoacán. Serie Etnociencia. Cuadernos de Etnomicología Núm. 2. Dirección General de Culturas Populares, Sociedad Mexicana de Micología. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F. México. 88 p.
- Molina, R., D. Pilz, J. Smith, S. Dunham, T. Dreisbach, T. O'Dell and M. Castellano. 2001. Conservation and management of forest fungi in the Pacific Northwestern United States: an integrated ecosystem approach. *In*: Moore, D., M. M. Nauta, S. E. Evans and M. Rothere (Eds.). Fungal Conservation - Issues and Solutions. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 19-63.
- Mueller, G. M., J. P. Schmit, P. R. Leacock, B. Buyck, J. Cifuentes, D. E. Desjardin, R. E. Halling, K. Hjortstam, T. Iturriaga, K.-H. Larsson, D. J. Lodge, T. W. May, D. Minter, M. Rajchenberg, S. A. Redhead, L. Ryvardeen, J. M. Trappe, R. Watling and Q. Wu. 2007. Global diversity and distribution of macrofungi. *Biodiversity and Conservation* 16:37-48.
- O'Dell, E. T., J. F. Ammirati and E. G. Schreiner. 1999. Species richness and abundance of ectomycorrhizal basidiomycete sporocarps on a moisture gradient in the *Tsuga heterophylla* zone. *Canadian Journal of Botany* 77:1699-1711.
- Pärtel, M., R. Kalamees, Ü. Reier, E-L. Tuvi, E. Roosaluuste, A. Vellak and M. Zobel. 2005. Grouping and prioritization of vascular plant species for

- conservation: combining natural rarity and management need. *Biological Conservation* 123:271-278.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa, México, D. F. México. pp. 283-313.
- Sánchez, R. 1980. Hongos micorrízicos y su relación con los bosques de coníferas de la Meseta Tarasca. *Rev. Cien. For. Méx.* 5:42-63.
- Sánchez, R. 1982. Evaluación de la producción de hongos comestibles (*Russula brevipes*) en una plantación de pinos en Michoacán. *In: Memorias del 1er. Congreso Nacional de Micología*. Sociedad Mexicana de Micología. Xalapa, Ver. México. pp. 34.
- Schmit, J. P. and G. M. Mueller. 2007. An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity and Conservation* 16:99-111.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, Protección ambiental–Especies nativas de México de flora y fauna silvestres–Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio – Lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación, segunda sección, 6 de marzo de 2002. pp. 95-190.
- Singer, R., J. García and L. D. Gómez. 1990. The Boletinae of Mexico and Central America I & II. *Nova Hedwigia*. 98:1-72.
- Singer, R., J. García and L. D. Gómez. 1991. The Boletinae of Mexico and Central America III. *Nova Hedwigia*. 102:1-117.
- Singer, R., J. García and L. D. Gómez. 1992. The Boletinae of Mexico and Central America IV. *Nova Hedwigia*. 105:1- 62.
- Vargas M., F. 1997. *Parques Nacionales de México. Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México*. Instituto Nacional de Ecología, México, D. F. México. 261 p.
- Villarreal, L. 1994. Análisis ecológico-silvícola de la productividad natural de los hongos comestibles silvestres en los bosques del Cofre de Perote, Veracruz. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. México. 158 p.
- Villarreal, L. y J. Pérez-Moreno. 1989. Los hongos comestibles de México, un enfoque integral. *Micología Neotropical Aplicada*. 2:77-114.
- Villeneuve, N., M. M. Grandtiner and J. F. Fortin. 1989. Frequency and diversity of ectomycorrhizal and saprophytic macrofungi in the Laurentide Mountains of Quebec. *Canadian Journal of Botany* 67:2616-2629.